This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

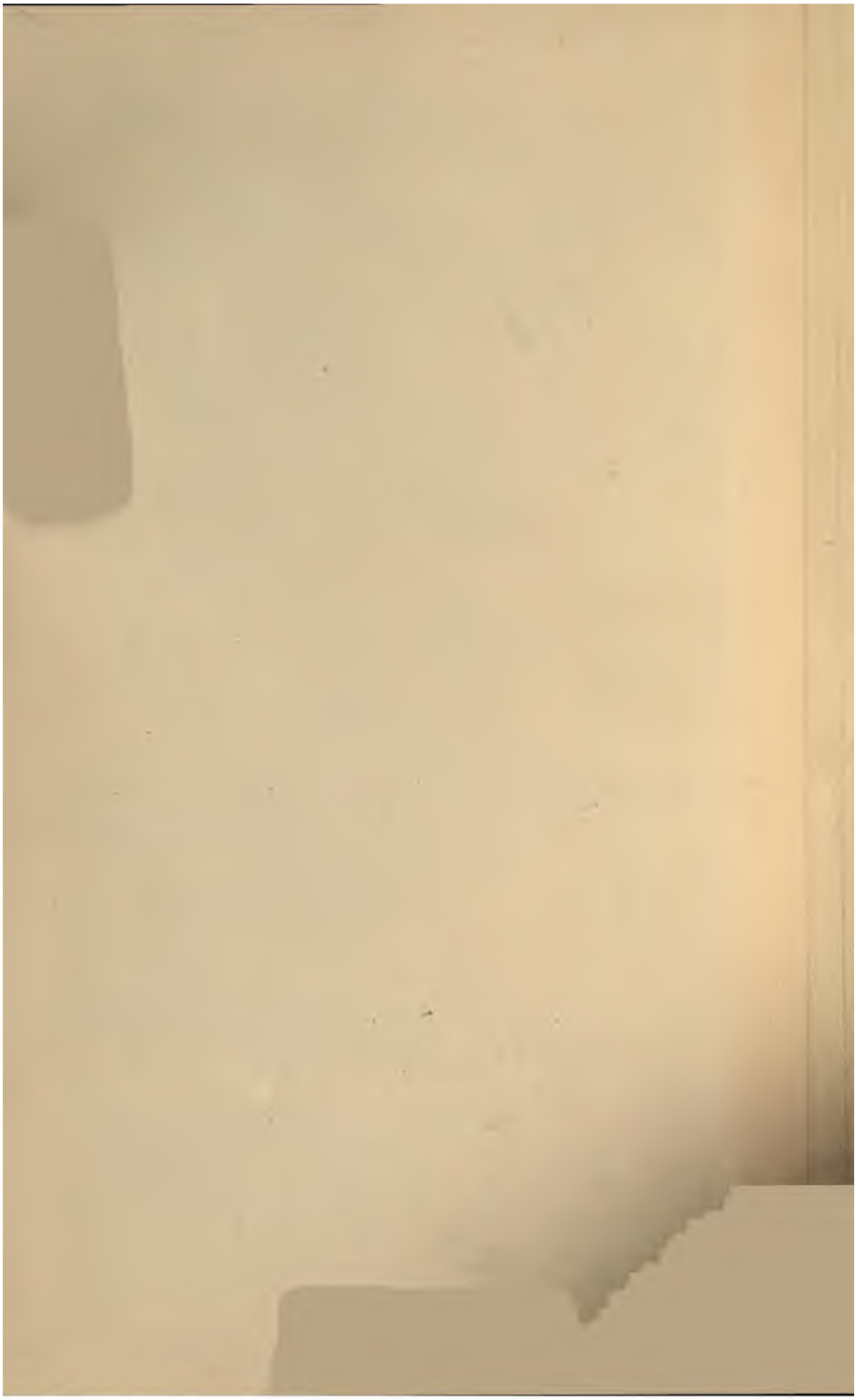
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06642011 2



208495

Dr. W. H. Behse

Der Zimmermann

Eine umfassende Darstellung

der

Zimmermannskunst

Elfte gänzlich umgearbeitete und berichtigte Auflage.

Herausgegeben

von

Hermann Robrade
Kaiserlicher Postbauinspektor

Mit einem Atlas
von 44 Foliotafeln, enthaltend 685 Abbildungen

Leipzig 1901
Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

Dr. W. H. Behse

Der Zimmermann

Eine umfassende Darstellung

der

Zimmermannskunst

Elfte gänzlich umgearbeitete und berichtigte Auflage.

Herausgegeben

von

Hermann Robrade
Kaiserlicher Postbauinspektor

Mit einem Atlas
von 44 Foliotafeln, enthaltend 685 Abbildungen

Leipzig 1901
Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

BRAR
20 495
LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
1901 L

Vorwort.

Die vorliegende Auflage ist gänzlich umgearbeitet und berichtigt. Sämtliche Figuren des Atlas sind neu gezeichnet und wesentlich vermehrt. Ein einheitlicher Maßstab, welcher bei den früheren Auflagen des Behse ermangelte, ist für alle Figuren als Grundlage angenommen; auch sind die Holzstärken überall eingeschrieben, so daß die praktische Benutzung des Werkes wesentlich erhöht ist. Der Verleger wie der Herausgeber haben keine Mühen und Kosten gescheut, um das Werk den heutigen Anforderungen entsprechend auszustatten und so möge denn die neue Auflage eine gleich günstige Aufnahme finden, wie die früheren.

Breslau, Ostern 1901.

Robrade.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort III

Erstes Kapitel.

Von dem Bauholze 1
§ 1. Der Bau des Holzes im allgemeinen 1
§ 2. Die Eigenschaften der Hölzer 4
§ 3. Die Konservierung des Holzes 7
§ 4. Die Fällzeit des Holzes 9
§ 5. Der Holzschwamm 11
§ 6. Beschreibung der in der Zimmerkunst gebräuchlichen Holzarten und deren Eigenschaften als Nutzholz 13
A. Nadelhölzer 13
B. Laubhölzer 14
§ 7. Die Fehler und Krankheiten der Hölzer 16

Zweites Kapitel.

Die Zurichtung des Holzes 17
§ 8. Vorbemerkung 17
§ 9. Das Beschlagen der Hölzer 18
§ 10. Das Schneiden der Hölzer 20

Drittes Kapitel.

Die Holzverbindungen 21
§ 11. Die Einteilung derselben 21
I. Verbindungen von Hirnholz mit Hirnholz . . 22
Die Verlängerungen 22
§ 12. Das Stoßen 22
§ 13. Das Anblatten 23
§ 14. Das Aufpfropfen 24

Seite

II. Verbindungen von Querholz mit Längenholz . . 25
Die Verknüpfungen 25
§ 15. Das Ueberblatten 25
§ 16. Das Verzapfen 26
§ 17. Die Versatzungen 28
§ 18. Das Verkämmen, Verdollen, Verklauen 28
III. Verbindungen der Hölzer parallel neben- oder übereinander liegend 29
Die Verbreiterungen 29
§ 19. Das Fugen, Falzen, Spunden und Federn 29
IV. Die Verstärkung der Hölzer 30
§ 20. Die Verzahnung der Balken 30
§ 21. Die Verdübelung der Balken 31
§ 22. Von den armierten Balken 32

Viertes Kapitel.

Die Häng- und Sprengwerke 33
A. Die Hängwerke 33
§ 23. Erklärungen 33
§ 24. Die Streben und ihre Stellung 34
§ 25. Die Hängsäulen 34
§ 26. Die Hängwerksbalken, Träger und Unterzüge 36
§ 27. Der dreifache Hängbock 36
B. Die Sprengwerke 37
§ 28. Erklärungen 37
§ 29. Das einfache Sprengwerk 37
§ 30. Das doppelte Sprengwerk 37

Fünftes Kapitel.

Die Holzwände 38
§ 31. Einteilung der Wände 38
A. Die Riegel-, Bund- oder Fachwerkswand . . . 38
§ 32. Erklärungen 38
§ 33. Die Schwellen 39
§ 34. Die Pfosten (Ständer, Stiele oder Säulen) 41
§ 35. Die Streben und Bänder 42
§ 36. Die Riegel 43
§ 37. Die Thor- und Thüröffnungen 44
§ 38. Die Fachwerkswände mit durchgehenden Hauptpfosten . . 44
§ 39. Die Fachwerkswände mit durchgehenden Doppelpfosten . . 45
§ 40. Vorteile der Fachwerksgebäude 46
B. Die gesprengte Wand 46
§ 41. Einige Beispiele von gesprengten Wänden 46
C. Die Bohlenwand 47
§ 42a. Die Bohlenwand mit horizontal liegenden Füllhölzern . . 47
§ 42b. Die Bohlenwand mit senkrecht stehenden Füllhölzern . . 48

Seite

D. Die Blockwand 48
§ 43. Beschreibung und Anordnung derselben 48
E. Die Spundwand 49
§ 44. Beispiel einer solchen Wand 49
F. Die Bretterwände 49
§ 45. Einige Beispiele von Bretterwänden 49

Sechstes Kapitel.

Die Balkenlagen und Decken 50
§ 46. Allgemeines 50
§ 47. Anordnung der Balkenlagen in Wohngebäuden 51
§ 48. Balkenlage aus Hölzern verschiedener Stärke 54
§ 49. Das Auflager der Balken 55
§ 50. Die hölzernen Hauptgesimse 58
§ 51. Die Verankerung durch die Balken 59
§ 52. Unterstützung der Balken durch Unterzüge 59
§ 53. Unterstützung der Balken durch Träger 61
§ 54. Beanspruchungen des Holzbalkens auf seine Festigkeit . . 62
§ 55. Die Beanspruchung des Holzbalkens auf Zug 62
§ 56. Die Beanspruchung des Holzbalkens auf Druck 63
§ 57. Die Beanspruchung des Holzbalkens gegen Zerknicken . . 64
§ 58. Die Beanspruchung des Holzbalkens auf Biegung . . . 65
§ 59. Die Beanspruchung des Holzes auf Abscheerung 70
§ 60. Belastung der Balkenlagen 71
§ 61. Bestimmung der Dimensionen hölzerner Balken 72
§ 62. Der linsenförmige Balken 76
§ 63. Das Widerstandsmoment und das Trägheitsmoment . . . 78
§ 64. Der einfache Gitterbalken 79
§ 65. Armierung hölzerner Balken durch Eisenkonstruktion . . . 80
§ 66. Die gestakten Decken oder die sogenannten Windelböden . . 81
§ 67. Die Decke mit Einschub 82
§ 68. Die Bretterdecken 82
§ 69. Die Decken mit aufgestrecktem Windelholze 83
§ 70. Die Decken mit ausgewölbten Balkenfeldern 83
§ 71. Die einfache Kasettendecke 83
§ 72. Die Kasettendecken über größere Räume 84

Siebentes Kapitel.

Die Dächer 85
§ 73. Allgemeines 85
§ 74. Die Neigung der Dachflächen 85
§ 75. Die Dachformen 86
A. Die Satteldächer 87
§ 76. Das einfache Satteldach ohne Stuhl (Kehlbalkendach) . . . 87
§ 77. Bestimmung der Sparrenstärken 88

		Seite
§ 78.	Innere Längenverbindung der einzelnen Dachgebinde	93
§ 79.	Der einfache, stehende Dachstuhl (bei Kehlbalkendächern)	93
§ 80.	Der doppelte, stehende Dachstuhl	94
§ 81.	Der dreifache, stehende Dachstuhl	95
§ 82.	Der liegende Dachstuhl	96
§ 83.	Die Pfettendächer mit Hauptsparren	97
§ 84.	Die Pfettendächer mit stehenden Dachstühlen	98
§ 85.	Die Dächer mit erhöhten Frontmauern	100
§ 86.	Die flachen Dächer	102
§ 87.	Die Dächer mit Hängwerken	103
§ 88.	Die Sprengwerksdächer oder die Dächer ohne Durchzüge	106
	B. Die Dächer mit gebrochenen Dachflächen oder die sogenannten Mansarde-Dächer	108
§ 89.	Die Form der Mansarde-Dächer	108
§ 90.	Die Mansarde-Dächer mit liegenden und stehenden Stühlen	109
§ 91.	Die Mansarde-Dächer mit Hängwerken	110
	C. Die Bohlendächer	111
§ 92.	Einleitung	111
§ 93.	Die Form und Anfertigung der Bohlensparren	112
§ 94.	Die Verbindung der Bohlensparren unter sich und mit den Balken oder Schwellen	113
§ 95.	Die Dächer, welche aus geraden und bogenförmig gestalteten Hölzern bestehen	115
	D. Die Walmdächer	116
§ 96.	Die Dachausmittelungen	116
§ 97.	Die Schiftung bei Walmdächern	120
§ 98.	Die Schiftung bei Dächern mit Kehlen	123
	E. Die windschiefen Dächer	124
§ 99.	Allgemeines	124
§ 100.	Die Vermeidung windschiefer Dächer	125
§ 101.	Die Ausmittelung eines windschiefen Daches	126
§ 102.	Das Abbinden des stehenden Stuhles eines windschiefen Daches	127
	F. Die Pultdächer	128
§ 103.	Allgemeines	128
§ 104.	Einige Beispiele von Pultdächern	128
	G. Die Zeltdächer	130
§ 105.	Allgemeines	130
§ 106.	Einige Beispiele von Zeltdächern	131
§ 107.	Die kegelförmigen Dächer	134
	H. Die Turmdächer	135
§ 108.	Allgemeines	135
§ 109.	Die Fehler der älteren Turmdächer	136
§ 110.	Die wichtigsten Grundsätze für die Konstruktion der Turmdächer	137
§ 111.	Einige Beispiele von Turmdächern	138
§ 112.	Die Sheddächer	140
§ 113.	Die Glockenstühle	140

Seite

I. Die Dächer aus Holz und Eisen bestehend . . 142
§ 114. Allgemeines 142
§ 115. Einige Beispiele von Dächern aus Holz und Eisen bestehend . 143

Achtes Kapitel.

Die Treppen 145
§ 116. Benennung der Treppenteile 145
§ 117. Form der Treppen 146
§ 118. Verschiedene Grundrißanlagen der Treppen 146
§ 119. Hauptrücksichten bei der Anlage einer Treppe 146
§ 120. Das Material zu den Treppen 148
§ 121. Die einzelnen Teile der Treppe 149
§ 122. Berechnung der Treppen 151
§ 123. Beispiele für die Berechnung der Treppen 153
§ 124. Einarmige Treppe mit Einzelheiten 154
§ 125. Einarmige aufgesattelte Treppe mit Einzelheiten . . . 155
§ 126. Zweiarmige Treppe mit eingeschobenen Tritt- und Setzstufen . 155
§ 127. Zweiarmige Treppe mit aufgesattelten Stufen 156
§ 128. Treppe mit Wendelstufen 156
§ 129. Treppe mit Eckpodesten 156
§ 130. Die gewundenen Treppen 157
§ 131. Treppe mit voller Spindel in quadratförmigem Raume . . 163

Neuntes Kapitel.

Die Thüren und Fenster 164
§ 132. Die Thüren 164
§ 133. Die Fenster 169

Zehntes Kapitel.

Die Roste und Spundwände 173
§ 134. Der liegende oder Schwellrost 173
§ 135. Der Pfahlrost 174
§ 136. Die Spundwände 178

Elftes Kapitel.

Die Rammen 180
§ 137. Allgemeines 180
§ 138. Die Handramme 180
§ 139. Die Zugramme 181
§ 140. Die Kunstramme 185

Seite

Zwölftes Kapitel.

Die Gerüste 186
§ 141. Allgemeines 186
§ 142. Das gewöhnliche Baugerüst (Stangengerüst) 187
§ 143. Die Mauerböcke 188
§ 144. Das Rollgerüst 189
§ 145. Die schwebenden Gerüste 189
§ 146. Das abgebundene Gerüst 191
§ 147. Das Baugerüst mit Richtebaum 192
§ 148. Die Gewölberüstungen 194

Dreizehntes Kapitel.

Die hölzernen Brücken 198
§ 149. Allgemeines 198
§ 150. Die gewöhnliche Balkenbrücke 200
§ 151. Die Jochbrücken 205
§ 152. Die Verstärkungen der Brückenbalken 207
§ 153. Die Hängwerksbrücken 208
§ 154. Die Sprengwerksbrücken 210
§ 155. Die Häng- und Sprengwerksbrücken 214
§ 156. Die Gitterbrücken 214

Vierzehntes Kapitel.

Die Hilfsmaschinen des Zimmermanns 217
§ 157. Allgemeines 217
§ 158. Patent-Maschine für Zimmerarbeiten 218
§ 159. Bandsäge kombiniert mit Frais-Maschine 220
§ 160. Abricht-, Füge-, Kehl- und Hobelmaschine 222
§ 161. Hobelmaschine mit einer Messerwelle 223

Erstes Kapitel.

Von dem Bauholze.

§ 1. Der Bau des Holzes im allgemeinen.

Alle Pflanzen bestehen und entstehen aus Zellen, mikroskopisch kleinen, aus einer Haut (Zellmembran) gebildeten Säckchen, welche als Hauptbestandteil das Protoplasma einschließen, daneben auch noch wasserhaltige Lösungen verschiedener Stoffe (Zellsaft) führen.

Das Protoplasma ist eine farblose, zähe, flüssige, durchsichtige Masse von fast derselben chemischen Zusammensetzung, wie die Zellmembran ($C_{12}H_{10}O_{10}$).

Die Form der Zelle ist entweder kugelig, durch Druck polyedrisch oder cylindrisch, oder auch prismatisch. Erstere nennt man Parenchym-, letztere Prosenchymzellen. Mit zunehmendem Alter verändert die Zelle durch Flächen- und Dickenwachstum Form und Konstitution. Durch Aufnahme sauerstoffarmer Verbindungen wird sie fester, sie verholzt; nimmt sie außerdem noch Stickstoff auf, verkorkt sie.

Die Verbindung mehrerer, insbesondere gleichartiger Zellen zu einem Zellkörper nennt man Zellgewebe. Bei den polyedrischen, nicht so bei den prismatischen Zellgeweben kommt es häufig vor, daß die Zellen nicht allseitig aneinander stoßen, sondern kleine Lücken lassen. Hierdurch entstehen zusammenhängende Räume, welche nach außen münden und entweder atmosphärische Luft oder abgesonderte Säfte (auch Harz, Gummi ꝛc.) führen.

Nach ihrer Rolle im Leben und der Entwickelung der Pflanze unterscheidet man Teilungsgewebe (Meristem) und Dauergewebe. Während in letzterem eine Vermehrung und Teilung der Zellen im allgemeinen nicht mehr stattfindet, bleibt ersteres stets teilungsfähig. Das Teilungsgewebe bedingt einerseits an den Vegetationspunkten (Stengel- und Blattknospen, Wurzelspitzen) das Wachstum junger Triebe, andererseits befindet es sich zwischen den Dauergeweben älterer Pflanzenteile. Dient es hier zur Verdickung des Stammes, so wird es Bildungsgewebe oder Kambium genannt. Zwischen den prismatischen und cylindrischen Geweben befinden sich noch festere, in der Längsrichtung des Stammes verlaufende, aus gestreckten Zellen bestehende faserige Stränge, Leit- oder Gefäßbündel, welche für jene Gewebe die Grundlage, das Gerippe bilden. In den älteren Stämmen verdrängen die Leitbündel, in dem zugleich die sie begleitenden, prismatischen Zellen zur Verdickung ihrer Wandung verholzen, das Meristem und bilden eine zusammenhängende Gewebe- oder Holzmasse.

An dem Stamm eines Baumes unterscheidet man Mark, Holz und Rinde.

Das Mark besteht aus lockerem Zellgewebe, welches in der Jugend sehr saftreich und, weil direkt aus dem Grundgewebe (Urmeristem) hervorgehend, wesentlich zur Förderung des Längenwachstums dient. Bei zunehmendem Alter tritt es immer mehr zurück und verholzt mit den es umgebenden Gefäßbündeln meist vollständig, so daß es in vielen Bäumen (z. B. Eiche, Buche) ganz unkenntlich wird.

Der das Mark umschließende Holzkörper stellt einen aus konzentrischen Schichten (Jahresringen) bestehenden Cylinder dar und ist von der Rinde durch die Kambiumschicht getrennt.

Die inneren stärker erhärteten und fast ganz saftleeren Schichten bilden das reife oder Kernholz, die äußeren noch weicheren und saftreicheren den Splint. Der letztere unterscheidet sich von ersterem gewöhnlich durch eine hellere Farbe und ist im allgemeinen um so umfangreicher, je lockerer die Gewebemasse der Holzart ist. Bei jungen Bäumen bildet er die Hauptmasse des Holzkörpers, im Alter dagegen nimmt er immer mehr ab. Da Witterung und Boden auf die Struktur der Gewebe Einfluß haben, so hängt das Vorherrschen des Splints auch von diesen Faktoren ab; z. B. ist er an der Wetterseite am dünnsten. — Splint und Kernholz sind radial durchsetzt von mauerförmigem Zellgewebe, den Markstrahlen, welche anfangs die Aufgabe haben, zwischen Bast, Holz und Mark eine Säftezirkulation herzustellen. Später ver-

holzen diese Zellen und zeichnen sich vielfach durch Härte und Glanz aus; z. B. bei dem Eichenholze (Spiegelfasern).

Die Rinde besteht aus einer Oberhaut, der eigentlichen Rinde (Korkschicht, Fleisch) und dem Baste. Die Oberhaut ist ein festes aus Pflasterzellen gebildetes Gewebe, welches die inneren Organe gegen Witterungseinflüsse schützt, später aber, wenn der Baum in die Dicke wächst, vielfach durch die Rinde ersetzt wird.

Bei alten Stämmen wird auch häufig in tiefer liegenden Rindenteilen eine neue Meristemschicht gebildet, welche dann die äußere Rinde sprengt (z. B. bei der Birke, Eiche) und abwirft, z. B. in Form von Schuppen bei der Fichte oder von Ringen beim Kirschbaum.

Auf die eigentliche Rinde folgt der Bast, welcher, weil er aus dem Kambium hervorgegangen ist, häufig auch als sekundäre Rinde bezeichnet wird. Das Kambium setzt nämlich alljährlich einen Teil seiner neugebildeten Gewebe nach der Rinde, einen anderen nach dem Holze zu ab. Letzteres wächst also durch Anlagerung von außen, erstere durch Anlagerung von innen, wobei an das Holz die stärkere Schicht abgegeben wird. Die Jahresringe des Bastes, welcher deren ebenso viele hat als der Holzkörper, lassen sich mit bloßem Auge auf dem Querschnitte nicht erkennen.

Dahingegen zeichnen sich die Jahresringe des Holzkörpers sehr deutlich voneinander ab, und nehmen vom Umfang nach der Mitte an Breite zu. Letzteres erklärt sich dadurch, daß die Vegetationskraft des Baumes im Alter abnimmt. Die deutliche Erkennbarkeit der einzelnen Ringe, welche jedermann zur Altersbestimmung des Baumes dienen, beruht auf der Periodizität des Wachstums in unserem Klima. Wenn nach dem durch den Winter bedingten Stillstand der Vegetation im Frühlinge der Saft den Gefäßen in Fülle zuströmt, werden im Kambium größere und weitere Zellen gebildet. Gegen Herbst jedoch wird die Vegetation durch die verminderte Säftezufuhr schwächer, mithin werden die um diese Zeit gebildeten Zellen des Kambiums (und also auch des Holzes) kleiner, fester und dickwandiger. Das lockere Frühjahrsgewebe des Kambiums zerreißt sehr leicht; deshalb löst sich im Frühling beim Steigen des Saftes die Rinde am besten von dem Stamme. Am deutlichsten lassen sich die Jahresringe bei den Nadelhölzern unterscheiden, fast ebenso deutlich bei den sogenannten ringporigen Laubhölzern (Eiche, Ulme), schwerer bei der zerstreutporigen und mit Markstrahlen sehr durchsetzten Laubhölzern wie bei der Buche, dem Ahorn u. s. w.

§ 2. Die Eigenschaften der Hölzer.*)

1. Die Textur, welche die innere Verbindung des Holzgewebes auf der bearbeiteten Oberfläche zeigt, kommt bei dem Zimmermann wenig in Betracht, gehört aber zu den genauen Kenntnissen des Tischlers. Die Textur nennt man langfaserig, wenn das Holz bei seiner Zerteilung sich in langen Fasern trennt; im entgegengesetzten Falle heißt es kurzfaserig. Ebenso unterscheidet sich fein- und grobfaseriges Holz.

2. Das Gewicht. Kernholz alter Stämme ist gewöhnlich schwerer als junges Holz; das Splintholz ist am leichtesten. Trockner oder auch mäßig feuchter Boden, hohe, bergige Lage, offene Mitternachtsseite und ein geschlossener Stand erzeugen schwächere, aber desto dichtere Jahrringe, daher ein größeres absolutes Gewicht. Das grüne, d. h. in der „Saftzeit" gehauene Holz hat stets ein geringeres Gewicht als das außer der Saftzeit geschlagene.

Durch das Flößen wird sowohl das Gewicht, wie auch der Raumgehalt des Holzes kleiner.

Hieraus erklärt sich von selbst die manchmal so auffällig verschiedene Schwere einer und derselben Holzart.

In der Regel findet man in Tabellen nur das spezifische Gewicht einer Substanz angegeben, weil man nach ihm das wahre oder absolute Gewicht leicht berechnen kann, man braucht nur das Gewicht der gleichen Kubikmasse Wasser mit jener Zahl zu multiplizieren, also mit 1000 kg in Bezug auf das Kubikmeter.

Zur annähernden Ermittelung des absoluten Gewichtes kann man das spezifische Gewicht annehmen.

bei harten Laubhölzern	zu 0,9	bis 1,1	frisch gefällt
	und zu 0,7	bis 0,85	lufttrocken,
bei weichen Laubhölzern	zu 0,8	bis 0,9	frisch gefällt
	und zu 0,6	bis 0,7	lufttrocken,
bei Nadelhölzern	zu 0,7	bis 0,95	frisch gefällt
	und zu 0,5	bis 0,6	lufttrocken.

Doch sind alle Zahlen nicht ganz zuverlässig, da derselbe Baum in seinen einzelnen Teilen (Krone, Stamm und Wurzel) verschiedenes Gewicht hat, als auch dieselben Baumarten je nach ihrem Wachstum (Standort) abweichende Gewichte haben.

---

*) Vergl. Eduard Printz, Die Bau- und Nutzhölzer. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig. Preis 5 Mark.

Nachstehend folgt eine Tabelle der spezifischen Gewichte der Hölzer:

Namen der Hölzer	Spezifisches Gewicht	
	Frisch gefällt	Lufttrocken
a) Laubhölzer.		
Ahorn	0,95	0,67
Rotbuche	0,98	0,75
Eiche	1,06	0,68—0,80
Eichenkernholz	1,17	1,00
Nußbaum	0,92	0,66
Apfel- bezw. Birnbaum	1,06	0,73
Ulme (Rüster)	0,95	0,69
Weißbuche	0,98	0,72
Edelkastanie	0,87	0,66
Birke	0,95	0,64
Esche	0,90	0,64
Erle	0,82	0,53
Linde	0,82	0,46
Pappel	0,77	0,38
Weide	0,85	0,53
b) Nadelhölzer.		
Fichte	0,80—0,92	0,47
Kiefer	0,86—0,91	0,58
Lärche	0,90	0,52
Tanne	1,00	0,50
Pitch pine	0,80	0,72
Weimutskiefer	0,74	0,44
Korkholz	—	0,24

Durch das Dörren der lufttrockenen Hölzer verlieren dieselben noch 6 bis 10 Prozent Wasser.

3. Die Festigkeit eines Holzes hängt ab von dem Grade des Zusammenhanges der einzelnen Holzteile.

Auf die Festigkeit der Hölzer haben das Alter des Baumes, der Boden, in dem er wuchs, ändernden Einfluß, nicht weniger das Klima und die Lage des Standortes, sowie die Fällzeit.

Der Baum liefert um so festeres Holz, je älter er wird. Ein zu nahrhafter Boden liefert ein wenig festes (schwammiges) zu saftiges Holz.

Stämme, die an der Nordseite eines Abhanges gestanden haben, geben meist ein festeres, dichteres Holz, als solche von der Südseite.

4. Die Federkraft (Elastizität), vermöge welcher ein durch Gewalt gebogenes Holz beim Nachlaß des Druckes wieder seine vorige Lage anzunehmen strebt, ist den Holzarten in verschiedenem Grade eigen.

Diese Eigenschaft muß im Bauwesen bei freiliegenden Balken vorzüglich mit berücksichtigt werden.

Die am wenigsten elastischen Holzarten sind: Birnbaum, Weide, Linde; von mittlerer Elastizität sind: Birke, Buche, Eiche, Kiefer, Ulme; die größte Federkraft haben: Fichte, Ahorn, Tanne und Lärche.

Bei nassem Standort findet sich die Elastizität immer geringer, als bei Hölzern, die in trockenem Boden gestanden haben; bei jungem Holze stärker, als bei alten Stämmen.

Durch das Imprägnieren des Holzes mit Metallsalzen (Konservation) verliert dasselbe einen großen Teil seiner Elastizität, es wird spröde, was sich am deutlichsten erkennen läßt, wenn man das präparierte Holz behobelt, wobei man dann nicht imstande ist, lange Hobelspäne zu erhalten.

5. Die Spaltbarkeit beruht auf dem mehr oder weniger geraden oder gekrümmten Verlauf der Gefäßbündel zwischen den Markstrahlen. Schwerspaltige Hölzer sind: Ahorn, Birke, Birnbaum, Pappel, Ulme; mittlere Spaltigkeit besitzen: Buche, Eiche, Erle, Esche, Weide; vorzüglich gut spaltet sich: Fichte, Aspe, Kiefer, Lärche, Tanne.

Das Holz aus geschlossenem Stande spaltet sich besser, als frei gewachsenes; gewundenes, kernschäliges, anbrüchiges Holz spaltet sich schlecht; Stammholz besser als Zopf- und Astholz.

6. Schwinden, Werfen und Reißen des Holzes. Das Schwinden des Holzes ist eine Folge des Entziehens wässeriger Teile des Saftes. Der Saft- und der Wassergehalt des frisch gefällten Holzes sind verschieden, je nach der Holzart, dem Alter und der Jahreszeit des Fällens. Allgemein sind die Hölzer im Frühjahr am saftreichsten. An Wasser enthält Weißbuche ungefähr 20 Prozent, Eichenholz 35 Prozent, Tannenholz 37 Prozent, Fichtenholz 45 Prozent, Weidenholz selbst 60 Prozent.

Sogenanntes „waldtrockenes“ Holz hat immer noch 20 bis 25 Prozent Wasser, während „lufttrockenes“, also abgelagertes Holz mindestens noch 10 bis 12 Prozent Wasser enthält, unter 10 Prozent sinkt der Wassergehalt nur, wenn das Holz künstlich getrocknet (gedörrt) wird. Das Werfen oder Krummziehen erfolgt, wenn ein Holz an seiner oberen

Seite durch Luft und Sonne stark austrocknet, während die untere Seite feucht liegt. Das Holz krümmt sich dann, wobei der trockenere Teil stets eingebogen, der mit Feuchtigkeit durchzogene bauchig wird. Die Mittagsseite eines Stammes wird sich wegen der breiteren weniger dichten Jahresringe stets nach einwärts krümmen, weil in ihnen die Fasern der Länge nach sich weit mehr verkürzen. Grün getrenntes Halbholz krümmt sich beim Austrocknen immer so, daß die Rindenseite sich einwärts biegt. Dies findet auch bei starken Bohlen und anderen Schnitthölzern statt, wenn sie an einer Seitenfläche jüngeres (Splintholz), auf der anderen weit reiferes Holz haben. Desgleichen krümmen sich die Hälften nach dem Kern zu muldenförmig. Bretter aus gedrehten Stämmen werfen sich jederzeit windschief.

Wie das Werfen und Schwinden des Holzes auf der ungleichen Dichtigkeit desselben beruht, so ist dies auch mit dem Reißen der Fall. — Wenn beim Übergang zum Trocknen die äußeren Holzlagen sich nicht ungehindert zusammenziehen können, weil das innere Holz wegen innewohnender Feuchtigkeit ihm nicht folgen kann, so entstehen Risse, die radial nach dem Kern zu laufen. Sie entstehen im Splinte und verschmälern sich nach innen. Je schneller das Holz außerhalb trocknet, desto größer öffnen sich die Risse. Beschlagenes, von dem Splint befreites Holz, bekommt nie so starke Risse, als ein von der Rinde entblößter runder Stamm. Das zu Halb- oder Kreuzholz geschnittene setzt nur auf der Splintseite kleine Risse an.

Ein röhrenartig durchbohrter Stamm bleibt von Rissen frei.

Das Aufreißen von beschlagenem Holze zu verhüten und dessen gute Beschaffenheit zu erhalten, bedeckt man es auf der Oberfläche mit trockenen Spänen und wechselt diese zeitweilig. Alle beim Austrocknen entstandenen Risse ziehen sich, wenn das Holz im Innern trocken geworden, meistens bis zur Unkenntlichkeit wieder zusammen, zumal wenn es in etwas feuchte Lage kommt, wodurch beim Verarbeiten oft großer Nachteil entsteht. Holzarten, die dichter und saftärmer sind, sind weniger zum Reißen geneigt, als solche, die porös und viel wässerigen Saft enthalten.

§ 3. Die Konservierung des Holzes.

Die Saftstoffe sind, sobald sie vom organischen Leben des Baumes nicht mehr in ihrer Zusammensetzung erhalten werden, in Verbindung mit Wasser sehr leicht der Gärung unterworfen. Diese Gärung teilt sich dann den häutigen Saftgefäßen mit, wovon auch die davon ein-

gehüllte Holzfaser ergriffen wird, die hierdurch ihren Zusammenhang verliert und zuletzt einen zerreiblichen Zustand annimmt.

Man nennt diesen Grad der Verderbnis das Stocken, die „Stockung".

Kranke Hölzer werden häufig von Würmern (Bohrkäfern) angegriffen, die zur Beschleunigung der Zerstörung viel beitragen. Eichen-Kernholz, harzreiches Nadelholz, Linde, Aspe, Ulme sind dem Wurmfraße am wenigsten; Ahorn, Buche, Esche mehr, und Birke, Erle, Hainbuche (Weißbuche) am meisten ausgesetzt. Besonders erliegt der Splint dem Wurmfraße; das im Safte gehauene mehr, als das im Winter geschlagene*).

Da beim Holze der Saft es ist, dessen Gegenwart die Zerstörung des Holzes herbeiführt, so sind auch vielfach Mittel zur Anwendung gebracht worden, die dahin zielten, den Saft im Holze so zu verändern, daß er bei Einwirkung größerer oder geringerer Feuchtigkeit einer Fäulnis (Gärung) widersteht.

Man hat dieses dadurch zu erreichen gesucht, daß man das Holz mit Auflösungen von Metallsalzen tränkte; holzessigsaures Eisenoxyd, essigsaures Bleioxyd, Arsenik, Zinkchlorid, Kupfervitriol ꝛc. Diese Substanzen werden in Wasser aufgelöst und mit dieser Auflösung dann die zu präparierenden Hölzer getränkt. Die Auflösung wird bis zum Kochen erhitzt und alsdann das Holz während einer längeren Zeit in dieser kochenden Auflösung liegen gelassen. Das Kochen geschieht in geschlossenen Gefäßen und unter Zuleitung von Dampf. Ein anderes Verfahren, das Holz zu imprägnieren, besteht darin, daß die Hölzer in einen Cylinder eingebracht und dieser dann luftdicht verschlossen wird. Hierauf wird die Luft aus dem Cylinder ausgepumpt und alsdann unter einem bedeutenden Druck die Auflösung in den Cylinder eingelassen.

Außer den oben erwähnten Substanzen hat man auch das Kreosot zum Imprägnieren des Holzes angewendet, und sind die dadurch erhaltenen Resultate sehr günstig ausgefallen. Das Kreosot dringt weit tiefer in das Holz ein, und die Elastizität desselben wird weniger gestört, indem hierbei ein kristallisierter Niederschlag sich bildet, wodurch die Poren des Holzes auseinander gesprengt werden. Die bei Eisenbahnschwellen gemachten Versuche haben gezeigt, daß bei kreosotierten Schwellen während einer Dauer von 12 Jahren kein Fall vorkam, in welchem Verderbnis an denselben zu entdecken gewesen, sondern es hat

*) Vergl. W. Schmidt, Beizen, Schleifen und Polieren des Holzes. Leipzig, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt. Mark 4.50.

die Untersuchung ergeben, daß sie noch ebenso gesund waren, als bei ihrer ersten Hinlegung.

Als Mittel, die Saftbestandteile möglichst zu entfernen, dient das Auslaugen durch Wasser oder durch Wasserdampf. Wird das Holz in fließendes Wasser gelegt, so werden die Säfte nach und nach aufgelöst und ausgewaschen. Dies erfordert um so mehr Zeit, je dicker das betreffende Holz ist. Starke Bauhölzer erfordern mehrjähriges Liegen im Wasser, obwohl schon einige Sommermonate in dieser Hinsicht einen merklichen Erfolg zeigen.

Am wirksamsten ist das Auslaugen mittels Wasserdampf. Hierzu bringt man das Holz in dichte Kästen und leitet in dieselben Dampf, welcher in die Holzsporen leicht eindringt, den Saft auflöst und als trübe Masse ausscheidet. Das warm aus dem Kasten genommene gedämpfte Holz läßt sich stark biegen und behält auch nach dem Trocknen diese Gestalt. Das gedämpfte Holz ist dunkler gefärbt, zieht wenig Feuchtigkeit an und ist leichter als bloß getrocknetes Holz.

Die oben angeführten Mittel zum Imprägnieren des Holzes lassen sich nur bei kleineren Hölzern, Eisenbahnschwellen, Pfosten und Streben zu Glockenstühlen u. s. w. anwenden; dagegen bei Balken und Sparren würde es zu große Schwierigkeiten verursachen.

Bei der künstlichen Austrocknung der Hölzer müssen folgende Regeln beobachtet werden:

1. Das Trocknen darf nicht zu schnell erfolgen, weil dadurch das Holz Risse bekommt; die Zuführung der Wärme, die nach und nach gesteigert wird, muß reguliert werden können.

2. Es soll dem Holze nicht alles Wasser entzogen werden, weil hierdurch seine Kohäsionsverhältnisse geändert werden; deshalb muß für jede Holzart eine bestimmte ihm angemessene Temperatur durch Versuche ermittelt werden.

3. Der Luftwechsel muß ein stetiger sein, um die bereits mit Wasserdampf gesättigte Luft durch möglichst trockene Luft zu ersetzen.

Als Mittel, die Feuchtigkeit von außen nicht in das Holz dringen zu lassen, dienen wasserdichte Uberzüge, doch darf dies Anstreichen mit Teer, Ölfarbe, Wasserglas u. s. w. nie eher geschehen, als bis das Holz im Innern möglichst trocken geworden ist, da dasselbe sonst stockt.

§ 4. Die Fällzeit des Holzes.

Daß auf die Dauer des Holzes jedenfalls die Fällzeit von großem Einfluß ist, liegt klar auf der Hand.

Die geeignetste Zeit zum Fällen des Holzes ist unbedingt der Winter und zwar die Monate Dezember und Januar.

Die Richtigkeit der obigen, auf Erfahrung und sorgfältiger Beobachtung beruhenden Regel läßt sich leicht durch den Wachstumsprozeß der Bäume nachweisen.

In der zweiten Hälfte des Januar beginnt die Erweichung des verdickten Saftes in den Saftgefäßen, die Lebensthätigkeit des Baumes fängt allmählich an; die Knospe entwickelt sich in den Monaten Februar und März und die Erweiterung des Baumkörpers beginnt im Frühjahr, indem eine neue Lage von Holz unter der Rinde sich außen anlegt (§ 1). Im Spätsommer und Herbst beschäftigt sich die Natur mit der Ausbildung und Reife des geschaffenen Körperzuwachses; die in den Saftröhren zirkulierenden Säfte, welche diese Röhren ganz ausfüllen, werden wesentlich verändert, verdichten sich immer mehr und legen sich als Gummi oder Harz an die Wandungen der Saftröhren fest an. — Wird nun der Stamm im Dezember gefällt, entrindet und trocken gelegt, so erhärtet die klebrig gewesene Masse in den Saftröhren ganz und verschließt die inneren Teile des Holzkörpers gegen die Feuchtigkeit der Atmosphäre. Wird hingegen der Baum gefällt, wenn der erweichte, wässerige Saft zirkuliert, so gerät derselbe durch die gewaltsame Unterbrechung der Zirkulation in Gärung, wodurch die Saftgefäße und die Fasern angegriffen werden. Die Schärfe der in faulige Gärung übergegangenen Säfte ist am stärksten, wenn der Baum zu der Zeit gefällt wird, wo die klebrige Masse in den Saftgefäßen erweicht ist und der Baum noch keine Blätter hat, welche eine Veränderung durch die Funktionen der Ausdünstung bewirken.

Da der Wert der meisten Zimmerwerke hauptsächlich in deren Dauer besteht, und der Mangel an Dauer weder durch sinnreiche Konstruktion, noch durch gute Arbeit ersetzt werden kann, so muß auf die erste und hauptsächlichste Pflicht des Zimmermanns hingewiesen werden, bei jeder Gelegenheit dahin zu wirken, daß das Bauholz nur im Monat Dezember oder Anfang Januar gefällt werde; indes richtet sich die Fällzeit häufig nach örtlichen und klimatischen Verhältnissen, im allgemeinen wird wohl die Winterfällung üblich sein, doch ist in rauhen Gegenden, wo im Winter die Forste unzugänglich sind, auch die Sommerfällung gebräuchlich.

Wenn nun aber von manchen Seiten Winter- oder Sommerfällung als gleichwertig erachtet wird, so kommen hier meist Interessenfragen in Betracht; unbestritten ist die Winterfällung stets besser als Sommerfällung.

§ 5. Der Holzschwamm.

Der schädliche Holzschwamm (Hausschwamm, Thränenschwamm) entsteht da, wo Holz modert, Licht keinen Zutritt hat und die Luft nicht zirkuliert. Er zeigt sich beim Entstehen als weiße Flecken, welche später das Holz als eine weißliche, zähe, übelriechende Haut überziehen. In diesem Zustande durchdringt er das Holz und bringt eine vollständige Änderung desselben hervor*).

Sobald der Schwamm sich vollständig ausgebildet hat, durchdringt sein Fadengeflecht aber nicht allein das Holz, sondern er dringt auch in die Fugen der Mauern und in die feinsten Steinritzen.

Die Entwickelung und Ausbildung des Schwammes währt so lange, als noch gesunde Holzteile in der Nähe sind, und es ist daher anzunehmen, daß, indem der Schwamm seine Nahrung aus dem Holze zieht, dieses eine totale Zersetzung erleidet, wobei sich Kohlenwasserstoff bildet, welcher, mit anderen Gasen gemengt, einen unangenehmen, widrigen Geruch verbreitet.

Der Schwamm entsteht entweder durch die Verwendung von nassem oder in der Saftzeit gehauenem Holze, oder auch bei sonst gesunden Hölzern, welche feucht erhalten und der Einwirkung der Sonne und des Luftzugs entzogen werden.

Am häufigsten kommt er daher im Erdgeschoß unter den Fußbodendielen, an Grundschwellen (Lagerhölzern) vor, besonders wenn diese in humusreicher Füllerde liegen.

Da der Schwamm ohne einen hinreichenden Grad von Feuchtigkeit keiner weiteren Ausbildung fähig ist, so ist die erste Hauptvorsichtsmaßregel, um die Entstehung des Schwammes zu verhüten, die Gebäude in der Art aufzuführen, daß sowohl die Mauern als auch das Holzwerk nicht durch Feuchtigkeit leiden. Ferner darf nur lufttrockenes und ausgewachsenes Holz verwendet werden.

Eine Bauart, wodurch die Entstehung des Schwammes sehr befördert wird, ist der Fachwerksbau, welcher von außen mit Kalkmörtel verputzt (verblendet) wird. Durch diese konstruktionswidrige Anordnung ist das Holz von allen Seiten eingeschlossen, die in die Wand eindringende Feuchtigkeit wirkt unmittelbar auf das Holz und da selbige nicht durch die Luft wieder abgetrocknet werden kann, so ist die notwendige Folge

*) Vergl. Ernst Nöthling, Der Schutz unsrer Wohnhäuser gegen die Feuchtigkeit. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig. Preis 1 M. 20 Pf.

daß eine sehr baldige Stockung des Holzes entsteht und sich auch ferner sehr leicht der Schwamm ausbilden kann.

Um den Schwamm in einem Gebäude zu vertilgen, hat man zunächst das davon ergriffene Holz ganz und gar zu beseitigen; hierauf bringt man die Erde (Füllmaterial) fort, welche mit dem Holz in Berührung war, reinigt die Mauern durchaus von Erde und Sand und beseitigt auch gleichzeitig bis zu einer Höhe von 0,6 bis 0,9 m den Wandputz über dem Fußboden (Entfernung der Pilzsporen). Nun benetzt man die Mauerteile den Tag über mehrere Male sehr stark mit kreosothaltigem Holzessig oder auch mit verdünnter Schwefelsäure.

Nachdem dies mehrere Tage hintereinander fortgesetzt worden ist, werden die sämtlichen Mauerteile mit Zement oder Traß sorgfältig abgeputzt. Das neue Füllmaterial muß vor allen Dingen trocken (Holzkohlenasche) und frei von allen Düngerstoffen sein.

Bei Fußböden und deren Lagen, die nicht unmittelbar auf dem Füllgrund liegen, sondern durch einen hohlen Raum von demselben getrennt sind, müssen diese hohlen Räume mit Luftzügen derart versehen werden, daß ein lebhafter Luftzug in den hohlen Räumen zwischen Fußboden und Baugrund hervorgebracht und unterhalten wird. Die hohlen Räume werden am besten durch Kanäle mit Feuerungsanlagen in Verbindung gesetzt.

Ist das Holz, welches vom Holzschwamm ergriffen, noch nicht zu weit in der Zerstörung vorgeschritten, so wende man folgende Mittel an:

1. Chlorzink wird in sirupdicker Konsistenz auf das kranke Holz aufgestrichen; dasselbe verhindert jede Entwickelung der Pilze.

2. Holzessigsaures Eisen wird mit einem Pinsel auf das Holz aufgetragen und alsdann die Stelle nochmals mit heißem Teer überstrichen.

3. Sodakalk, ein Gemenge von kohlensaurem, schwefelsaurem, schwefeligsaurem, unterschwefeligsaurem Kalk und Schwefelkalcium. Dieser Stoff muß das Holz in einer Dicke von 5 bis 8 cm umhüllen. Die Wirkung dieses Mittels beruht darauf, daß es alles Wasser begierig aufsaugt, dem Holz also seine Feuchtigkeit entzieht und dann selbst zu einer zementartigen Masse erstarrt.

Um das Holz gegen den Schwamm widerstandsfähiger zu machen, empfiehlt sich außer den vorher angegebenen Schutzmaßregeln immerhin ein Anstrich mit gesättigter Kochsalzlösung, Mykothaneton, Antimerulion, Karbolineum oder Karbolineum Avenarius; namentlich kann man bei sorgfältigem Legen und gutem Anstrich statt der teueren eichenen Lagerhölzer solche aus Kiefernholz nehmen.

§ 6. Beschreibung der in der Zimmerkunst gebräuchlichen Holzarten und deren Eigenschaften als Nutzholz*).

A. Nadelhölzer.

1. **Die Fichte (Pech- oder Rottanne)** hat eine rotbraune, schuppige, aufgerissene Rinde. Ihr Holz ist weiß, doch weniger weiß wie das der Weißtanne (Edeltanne); leicht, harzreich, im Kerne mehr fest und weniger harzreich. An Festigkeit übertrifft das Holz, besonders wenn es auf magerem Boden gewachsen und dadurch in den Holzringen enger ist, das der Weißtanne. Im Wechsel von Trocknis und Feuchtigkeit fault es bald. Die Fichte liebt einen steinigen, kiesigen Boden und verträgt rauhe, kalte nördliche Gebirgsgegenden. Eine wärmere sonnigere Lage treibt zwar den Wuchs schneller, macht aber das Holz schwammiger, rötlicher und zeitig kernfaul. Gleiche Einwirkung äußern niedrige, feuchte Standorte. Unter der Axt splittert das Holz gern. Querschnitte lassen sich leicht, Längenschnitte weniger gut bewirken, weil die Säge, zumal bei starken, sehr trockenen Stämmen, dabei leicht klemmt. Wegen seines Harzgehaltes dauert es besser als Weißtannenholz in abwechselnder Nässe. Das Holz der Fichte wird zu Grundpfählen und Rosten, die stets unter Wasser bleiben, zu Wasserleitungsrohren und als gerades langes Zimmerholz innerhalb der Gebäude verwendet. Zu Pfosten von äußeren Wänden sollte man es nicht verwenden.

Die Fichte ist mit dem 80. bis 100. Jahre ausgewachsen, sie kann bis 40 m hoch und 1,5 bis 1,8 m stark werden. Unangenehm werden bei Verwendung in Brettform oftmals die Aststellen, weil die Aststeile beim Trocknen sich ablösen und herausfallen.

2. **Die Kiefer (Föhre)** wächst niedriger als Fichte, etwa 20 bis 30 m hoch und 0,6 bis 1 m stark. Die alte Rinde ist dick, rötlich oder braungrau mit riemenartigen Längs- und feinen Querrissen, etwas blätterig aufgesprungen. Die jüngere Rinde ist heller, in den oberen Hautlagern blätterig, die jüngste grüngelb oder olivenbräunlich. Das Holz ist grob, langfaserig, sehr harzig, fest, zähe, grad- und leichtspaltig. In trockenem Sandboden wird das Holz fester und dauerhafter; thoniger Kalk-, Bruch- und Torfboden erzeugen ein mürbes, harzarmes und leicht kernfaules Holz. Im 120. Jahre erhält der Baum seine wahre Reife. Das Kiefernholz widersteht abwechselnder Feuchtigkeit viel besser als

*) Vergl. Robrade, Taschenbuch für Hochbautechniker 1899. Dritte Auflage geb. Mark 4.50. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

Fichtenholz. Das recht harzreiche, alte und gesunde Holz steht an Dauer dem Eichenholze ziemlich nah, wenn es im Freien oder Wasser gebraucht wird, daher verwendet man das Kiefernholz in allen Zweigen des Hoch- und Wasserbaues und rechnet es zu den vorzüglichsten Bauhölzern.

Zu Tischlerarbeiten benutzt, darf es angestrichen nicht der Wärme ausgesetzt werden, da sonst das Harz herausquillt.

Hierher gehört auch die jetzt vielfach zu Bau-Tischlerarbeiten (Fußböden, Paneelen, Fenstern u. s. w.) verwendete amerikanische Kiefer, Pitch pine, deren Holz gelblich bis rötlich, fest und ungemein harzreich ist.

3. **Die Tanne (Weiß-, Edel- oder Silbertanne)** erreicht unter allen Nadel- und Laubhölzern Deutschlands die größte Höhe — 50 bis 55 m — bei einem Durchmesser von 1,8 m. Ihre Reife erlangt sie im 80. Jahre, dauert aber in voller Kraft bis ins 150. Jahr. Das Tannenholz ist weniger harzreich als das der übrigen Nadelhölzer, sehr leicht, dünn und gradspaltig, fein-, langfaserig, weich und sehr elastisch, auf dem Schnitt weiß.

Das Tannenholz wirft und zieht sich nicht leicht, dauert aber, weil es wenig Harz hat, weniger an feuchten Orten als das der Fichte; auch sind dergleichen Bäume oft nur einzeln in den Waldungen zerstreut. Jedoch bildet sie fast den ganzen Thüringerwald, macht im Schwarzwald den Hauptbestand, zeigt sich aber spärlich am Harz und ist in der Mark Brandenburg nur Fremdling. Zu Unterzügen, Balken und Sparren ist das Holz wegen seiner Federkraft und Leichtigkeit vorzüglich.

4. **Die Lärche** verdiente wegen ihres guten Nutzholzes allgemeineren Anbau; sie wird bis jetzt nur in einigen Gegenden Deutschlands in stärkerem Bestande getroffen. Der Baum wird 20 bis 26 m hoch und 0,60 bis 1 m stark. Die Rinde ist rotbraun und rissig, das Holz rotbraun, rotgelb, zuweilen geflammt, hart, leicht und gradspaltig und sehr harzreich. Im Trocknen, auch in freier Luft, der Witterung ausgesetzt, hat es ungemeine Dauer; auch wird es von Würmern selten angegriffen und hat die vorzügliche Eigenschaft sich nicht zu werfen.

B. Laubhölzer.

Von den Laubhölzern finden allgemeineren Verbrauch:

1. **Die Eiche.** Das Holz der Eiche hat von allen Hölzern die größte Dauer. Unter Wasser kann es unmittelbar nach dem Fällen *verwendet werden*, dagegen bedarf es vor der Verwendung im Freien

oder Trocknen einer mehrjährigen Lagerung, weil es langsam trocknet, andernfalls reißt es und wirft sich leicht.

Einheimisch sind in Deutschland zwei Eichenarten, die Stiel- oder Sommereiche und die Stein- oder Wintereiche.

a) **Die Sommereiche, Stieleiche.** Dieselbe ist besonders kenntlich an den fast walzenförmigen Eicheln, welche je zwei bis drei an 8 bis 11 cm langen, dünnen und runden Stielen hängen. Die Blattstiele sind sehr kurz und die Blätter kleiner, als bei der Wintereiche. Sie verlangt einen lehmigen, tiefgründigen Boden, erreicht eine Höhe von 30 bis 35 m und wird im Durchmesser bis 1,5 m stark.

Das Holz der Sommereiche ist zäher und dauerhafter als das der Wintereiche, auch besser spaltbar und früher ausgewachsen als dieses.

b) **Die Winter- oder Steineiche.** Die Eicheln dieser Eiche sitzen traubenartig beisammen (Traubeneiche), dieselben sind kurz, kegelförmiger und an kürzeren Stielen befestigt, als die der Stieleiche.

Das Holz ist schwer, grobfaserig und von bräunlichweißer Farbe. Das Holz beider Eichenarten ist wenig elastisch und deshalb weniger zu freiliegenden Verbandstücken verwendbar, um so besser dagegen zu Schwellen, Pfosten, Brettern, Wasserröhren, Pfählen. Eichenholz wird auch mit Vorteil zu dauerhaften Tischlerarbeiten verwendet.

2. **Die Eller (Else, Erle)** gedeiht nur in einem feuchten Boden, sie hat frisch geschlagen ein schön gelbrotes Holz, welches beim Liegen in Weißgelb übergeht. Es ist hart, schwer und elastisch. Im Trocknen stockt das Holz leicht und wird wurmstichig; unter Wasser wird es sehr hart und wird daher bei Wasserbauten mit Vorteil verwendet; ferner zu Wasserröhren, zum Ausbohlen von Viehställen ꝛc.

3. **Die Aspe (Espe, Zitterpappel)** hat ein weißes, leichtes, etwas zähes, weiches gradspaltiges Holz, welches leicht stockt, wenn es nicht bald von der Rinde befreit wird. Im Trocknen ist Aspe beim Bau von größerer Dauer als die Schwarzpappel.

Seltener werden von dem Zimmermann verwendet:

4. **Die Esche,** hat ein festes, zähes Holz, welches nicht leicht rissig wird. Das jüngere Holz ist weiß und brüchig, das ältere dagegen mehr gelblich. Es läßt sich glatt bearbeiten; zu Tischlerarbeiten ist es gesucht und vortrefflich geeignet zu Geschirr und Maschinenteilen.

5. **Die Buche (Rotbuche)** erreicht in geschlossenen Beständen und auf fruchtbarem Boden eine Höhe von 30 bis 35 m und eine Stärke bis 1,3 m. Als Bauholz im Trocknen ist Buchenholz untauglich, weil es sehr leicht vom Wurmfraß leidet. Dagegen wird es neuerdings viel-

fach zu Fußbodendielungen (Riemen- und Parkettfußböden) verwendet, doch erfordert es vorher erst sorgsamer Pflege und Vorbereitung.

6. **Die Weißbuche (Hainbuche, Hagbuche).** Zum Häuserbau wird das Holz nicht gebraucht, desto mehr aber zu Maschinen- und Mühlwerken und in vielen anderen Gewerben. Feuchtigkeit macht es bald mürbe. Das Weißbuchenholz läßt sich schlecht spalten, wohl aber schön glatt bearbeiten.

7. **Die Kastanie** liefert ein weiches, zartes und feinfaseriges Holz welches später gelblich wird und zuweilen bräunlich geflammt ist. Es läßt sich zu feineren Tischlerarbeiten verarbeiten, nimmt Politur und Beize an. In Frankreich und in südlichen Gegenden wird dies Holz der Kastanie auch zum Bauen gebraucht; es ist dauerhaft und widersteht großer Belastung.

8. **Die Linde** liefert ein feinfaseriges, weißes, zähes und glattes Holz, welches im Trocknen verwendet sehr dauerhaft ist. Es ist dem Schwinden und Werfen wenig unterworfen, weshalb es zu Schnitzarbeiten, zu Modellen und zu Reißböden vielfach benutzt wird.

9. **Die Pappel** ist als Bauholz nur im ganz Trocknen zu verwenden. Die schwarze oder gemeine Pappel giebt gute Bretter zu Fußböden. Die italienische Pappel hat ein etwas härteres und dauerhafteres Holz als die Schwarzpappel und läßt sich zu gleichen Zwecken benutzen.

10. **Die Rüster oder Ulme** wird selten zum Bau gebraucht. Das Holz läßt sich schwierig spalten, aber sehr glatt bearbeiten. Es trocknet sehr langsam. Gut ausgetrocknet wirft es sich nicht, widersteht auch der Feuchtigkeit und ist dem Wurmfraße nicht unterworfen. Bei seltenem Vorkommen ist es teuer und wird hauptsächlich nur zu Tischlerarbeiten benutzt.

11. **Der Ahorn.** Das Holz ist feinfaserig, dicht und zähe. Es eignet sich zu feinen Tischlerarbeiten und nimmt eine schöne Politur an.

12. **Die Birke** hat ein sehr zähes und elastisches Holz, welches zu Tischlerarbeiten häufig benutzt wird.

§ 7. Die Fehler und Krankheiten der Hölzer.

Als Fehler, welche die Verwendbarkeit und Güte des Holzes häufig sehr beeinträchtigen, sind namentlich die Kernrisse, Ringklüfte und Frostrisse, der Drehwuchs und die Ästigkeit zu bezeichnen; von den Krankheiten der Hölzer ist zu erwähnen:

1. Die Rotfäule ist namentlich eine Krankheit der Nadelhölzer, vorzüglich der Kiefer und Fichte, sie trifft die Wurzel und das untere Stammende, das kranke Holz erscheint rotbraun.

2. Die Weißfäule ist der Rotfäule ähnlich, das kranke Holz erscheint weißlich, sie kommt häufig mit der Rotfäule in demselben Baume vor und erscheint bei Weiden, Eichen, Buchen, Tannen und Fichten.

3. Die Kernfäule tritt meist im Kern auf und höhlt den Kern aus.

4. Der Brand entsteht meist durch eine starke Verwundung des Baumes, die Krankheit schreitet von außen nach innen fort, das Holz der Wunde liegt frei.

5. Der Krebs oder Kropf zeigt einen Wulstrand um die Wunde, die abgestorbene Holzpartie erscheint schwärzlich.

Zwei eigentliche Fehler des Holzes, das sind die Maserung und der wimmerige Wuchs werden häufig, namentlich für Tischlerarbeiten, eine Zierde der Fournierhölzer. Die Maserung, entstanden durch ein verschlungenes Wachstum der Holzfasern, kommt beim Nußbaum, Birke, Ahorn, Eiche u. s. w. vor, während der wimmerige Wuchs, bei welchem die Holzfasern wellenförmig laufen, bei der Eiche, Buche u. a. auftritt. Als Bauhölzer sind derartige Hölzer nicht gut zu verwenden.

Zweites Kapitel.

Die Zurichtung des Holzes.

§ 8. Vorbemerkung.

Gewöhnlich erhält der Zimmermann das Bauholz gefällt, geschält und zuweilen roh vierkantig beschlagen (bewaldrechtet), wodurch der Stamm ungefähr den, in Fig. 1, Taf. 1, dargestellten Querschnitt erhält.

Dies rohe Beschlagen ist indes nur für ganz starke Bäume gebräuchlich. Das Schälen des Baumes geschieht bei den Nadelhölzern unmittelbar nach dem Fällen. Wir können die Behandlung beim Fällen übergehen und wollen im folgenden auf die Rücksichten aufmerksam machen, welche bei dem Beschlagen und Schneiden der Hölzer zu nehmen sind; hierbei ist gleichgültig, ob diese Arbeiten mit der Hand oder mit Maschinen ausgeführt werden.

§ 9. Das Beschlagen der Hölzer.

1. Bei dem Baum nennt man das untere stärkere Ende das „Stammende“ und das obere schwächere Ende das „Zopfende“ oder Wipfelende. Ein unbeschlagener Baum ist fester als ein beschlagener, weil er einen größeren Querschnitt hat und in demselben die Jahresringe nicht zerschnitten sind.

Man sollte daher den Beschlag der Ganzhölzer möglichst beschränken, namentlich dann, wenn dieselben bekleidet werden, oder wie die Sparren, nur eine ebene Fläche zu bieten brauchen. Scharfkantig beschlagene Hölzer nennt man „vollkantig“, solche mit zum Teil mehr runden Kanten wahn-, baum- oder schalkantig. Vollkantige Ganzhölzer haben weniger Splint und sind daher dauerhafter und tragfähiger als wahnkantige von gleichen Abmessungen, erfordern aber auch stärkere Stämme und sind deshalb auch teurer als diese.

2. Soll aus einem runden Stamme ein vollkantiger Quadratbalken beschlagen werden, so findet man die Seite des Quadrates, wenn man nach Fig. 2, Taf. 1, den Zopfdurchmesser mit $^5/_7$ multipliziert.

Will man umgekehrt die Zopf- oder Wipfelstärke eines Stammes wissen, der einen bestimmten quadratischen Balken liefern soll, so hat man die Seite des Balkens mit $^7/_5$ zu multiplizieren. Bezeichnet a die Seite des Quadratbalkens, d den Zopfdurchmesser, so ist nach dem Pythagoras:

$$d^2 = 2a^2; \text{ hieraus } a = d \cdot \sqrt{0{,}5} = \frac{5}{7} d \text{ rund und}$$

$$d = a \cdot \sqrt{2} = \frac{7}{5} a.$$

3. Wenn nun für lotrecht stehende Hölzer die quadratische oder eine polygonale Gestalt die zweckmäßigste ist, so liegt doch für freiliegende Balken ꝛc. die Sache anders.

Hier, wo die Biegungsfestigkeit in Betracht kommt, die sich bekanntlich direkt wie die Breite des Balkens und das Quadrat der Höhe verhält, ist die Zurichtung des Holzes so vorzunehmen, daß aus jedem Stamme der möglichst größte Nutzen in Hinsicht der Tragfähigkeit erzielt wird.

Die hierher gehörigen wichtigsten Fälle sind folgende:

4. Soll aus einem kreisrunden Stamme vom Durchmesser d ein viereckiger Balken von der möglichst größten Tragkraft hergestellt werden, dann müssen die Seiten des Querschnittes annähernd $^4/_7$ d und $^4/_5$ d sein, d. h. die Breite des Balkens muß sich zur Höhe wie 5 : 7

verhalten. Der vorteilhafteste Querschnitt wird mittels Konstruktion erlangt, wenn man einen Durchmesser in der Zopfhirnfläche, Fig. 3, Taf. 1, zieht, diesen in drei gleiche Teile teilt, in den beiden Teilpunkten a und b nach entgegengesetzten Seiten Perpendikel a c und b f errichtet, bis an den Umfang verlängert und dann das Rechteck c e f d konstruiert.

Bezeichnen wir die Breite und Höhe des Balkens bezüglich mit x und y, so muß für den vorteilhaftesten Querschnitt der Wert des Ausdrucks $x y^2$ ein Maximum werden. Statt y^2 können wir $d^2 - x^2$ setzen und erhalten dann die Bedingungsgleichung: $x(d^2 - x^2) = \max$. Es findet für $x = d \cdot \sqrt{\frac{1}{3}}$ ein Maximum statt. Die Höhe y berechnet sich aus der Gleichung $y^2 = d^2 - x^2$; für x den Wert $d \cdot \sqrt{\frac{1}{3}}$ gesetzt, erhält man $y = d \cdot \sqrt{\frac{2}{3}}$ und mithin verhält sich die Breite des Balkens zur Höhe desselben wie: $1 : \sqrt{2}$, oder nahe genug wie 5 : 7.

Die Tragfähigkeit dieses Balkens mit dem günstigsten Querschnitt verhält sich zu der eines quadratischen Balkens, der aus einem Stamme von gleichem Durchmesser herzustellen ist, wie 13 : 14.

5. Soll aus einem Stamm vom Durchmesser = d der am wenigsten beugbare hergestellt werden, dann muß die Breite $^1/_2$ d und die Höhe $^7/_8$ d werden, d. h. die Breite muß sich zur Höhe verhalten, wie 4 : 7.

Der Querschnitt, welcher diesen Bedingungen genügt, wird erhalten, wenn man den Zopfdurchmesser b d, Fig. 4, Taf. 1, in vier gleiche Teite teilt, in den Teilpunkten f und e Senkrechte errichtet, diese bis an die Peripherie verlängert und dann das Rechteck a b c d konstruiert.

6. Will man wissen, wie stark ein quadratisch baumkantiger Beschlag aus einem Baum von bekanntem Durchmesser wird, so multipliziert man den Durchmesser des Zopfendes mit $^6/_7$, und will man aus der gegebenen Stärke des baumkantigen Balkens den Durchmesser des Wipfel- oder Zopfendes des erforderlichen Stammes finden, so hat man die Stärke des Balkens mit $^7/_6$ zu multiplizieren.

Nehmen wir an, der quadratisch vollkantige Beschlag erstrecke sich bis zur Mitte der Länge des Balkens, dann ist die Seite des Quadrats:

$a = \frac{d + d_1}{2} \cdot \sqrt{2} = \frac{5}{14} \cdot (d + d_1)$, wenn d und d_1 die Durchmesser des Stamm- und Zopfendes bezeichnen. Ist z. B. $d = \frac{7}{5} d_1$, so erhält man: $a = \frac{6}{7} d_1$.

7. Soll ein Balken bei dem Verhältnis der Breite zur Höhe wie 5 : 7 aus einem Stamm baumkantig beschlagen werden, so findet man die Höhe des Balkens, Fig. 5, Taf. 1, wenn man den Durchmesser des Zopfendes mit $^{10}/_{11}$ multipliziert, und ist der Durchmesser eines Stammes zu bestimmen, aus dem sich ein bestimmter baumkantiger Balken, dessen Breite sich zur Höhe wie 5 : 7 herstellen läßt, so hat man die Höhe des gegebenen Querschnittes mit $^{11}/_{10}$ zu multiplizieren.

Bezeichnen wieder d und d_1 die Durchmesser des Stamm- und Zopfendes und h die Höhe des Balkens, so ist

$$h^2 = \left(\frac{d + d_1}{2}\right)^2 - \left(\frac{5}{7} h\right)^2 ; \text{ hieraus}$$

$h = 0{,}407\,(d + d_1)$. Für $d = \frac{5}{4} d_1$ gesetzt, erhält man:

$h = 0{,}916\, d_1 = \frac{10}{11} d_1$ rund.

8. Stämme mit starken Stammenden und schnell abfallenden Zopfenden, krumme und verwachsene Bäume werden abgesetzt, d. h. sie werden zu verschiedenen Zwecken in veränderter Stärke beschlagen, um das Stammende z. B. zu kürzeren Balken, Trägern, Unterzügen ꝛc., die Spitze aber zu Rahmen, Riegeln, Sparren u. dergl., je nachdem deren Stärke solchen Stücken entsprechend ist, zu verwenden.

Krummgewachsene, natürlich gesprengte Stämme, sind nicht leichtsinnig in die Späne zu verhauen, sondern zu Trägern, Häng- und Sprengstreben zurückzulegen.

§ 10. Das Schneiden der Hölzer.

1. Liefert ein Baumstamm in seinem Querschnitt ein Bauholz, so heißt dieses ein Ganzholz und zwar nach der Verwendung Balkenholz, Sparrenholz, Ständerholz ꝛc. Fig. 5a und 5b.

Wird der Baumstamm mittels eines Schnittes durch die Mitte getrennt, so gibt er zwei Halbhölzer, Fig. 6, Taf. 1, erfolgt die Trennung durch zwei sich rechtwinkelig kreuzende Schnitte, so nennt man die einzelnen Stücke Kreuzhölzer ꝛc., Fig. 7, Taf. 1. Unter Schnittware verstehen wir alle Arten Bretter, Dielen, Bohlen, Fourniere, Latten ꝛc.

2. Sollen mehrere Stücke aus einem Stamme geschnitten werden, so müssen die Schnitte so geführt werden, daß der Abfall an Holz möglichst gering wird. Namentlich ist beim Zurichten der Bauhölzer ꝛc. aus dem Stamm darauf zu sehen, daß soviel wie irgend möglich größere und kleinere Stücke aus demselben Stamm gewonnen werden.

Die Stücke mit größerem Querschnitte sind in die Mitte des Stammes und die schwächeren an den Umfang zu legen.

Ebenso wird es meistens vorteilhafter sein, keinen Schnitt durch die Achse des Stammes zu legen. Fig. 8 bis 11, Taf. 1, zeigen vorteilhafte Anordnungen der Schnitte, welche einer weiteren Erklärung nicht bedürfen*).

Bisher haben wir die Stämme kreisrund vorausgesetzt; ist dieses nicht der Fall, dann muß bei einer elliptischen (ovalen) Gestalt des Querschnittes die große Achse der Ellipse in die Richtung der Höhe des Balkens gelegt werden, Fig. 12, Taf. 1.

Drittes Kapitel.

Die Holzverbindungen.

§ 11. Die Einteilung derselben.

Die einzelnen Holzstücke, aus welchen der Zimmermann ein Zimmerwerk zusammensetzt oder verbindet, heißen Verbandstücke. Abbinden heißt, die zu einem Bauwerke zugeschnittenen Hölzer nach erforderlicher Lage und Richtung zusammenlegen, um so die Verbandteile anreißen, anschneiden, auslochen und vorläufig so zusammenpassen zu können, daß sie beim Richten zu einem Ganzen, wie die Konstruktion erfordert, verbunden werden können.

Die Holzverbindungen lassen sich in folgende Fälle zusammenfassen:

I. Man verlängert die Hölzer, so daß Hirn auf Hirn stößt. Die Verlängerungen.

II. Man verbindet die Hölzer miteinander, hierbei können die Hölzer in einer Ebene (bündig), oder in verschiedenen Ebenen liegen. Die Verknüpfungen.

III. Man verbindet die Hölzer parallel neben- oder übereinander liegend. Die Verbreiterungen und Verstärkungen.

Bei allen diesen Zusammensetzungen hat man jedoch immer darauf zu sehen, daß das Holz nicht zu sehr geschwächt wird und überhaupt die Verbindungen möglichst einfach hergestellt werden. Die künstlichen

---

*) E. Schloms, Der Schnittholzberechner. Hilfsbuch für Käufer und Verkäufer von Schnittmaterial für Zimmermeister, Holzspediteure u. s. w. Leipzig Verlag von Bernh. Friedr. Voigt. Preis 1 M. 80 Pfg.

und komplizierten Verbindungen sind am wenigsten in der Praxis zu empfehlen, weil sie das Richten des Zimmerwerks erschweren und die Verbindungspunkte der Konstruktion bedeutend schwächen.*)

I. Verbindungen von Hirnholz mit Hirnholz.

Die Verlängerungen.

§ 12. Das Stoßen.

1. Der stumpfe oder gerade Stoß, Fig. 13 und Fig. 13a, Taf. 1, wird da angewendet, wo weder von der Seite noch nach der Länge ein Druck auf die Hölzer wirkt. Der Stoß verlangt eine Unterstützung unter der Stoßfuge, und diese muß daher stets über oder unter einen Pfosten (Stiel, Ständer) gelegt werden.

2. Der schräge Stoß, Fig. 14 und Fig. 14a, Taf. 1, wird wie der gerade Stoß angewandt.

3. Der Stoß mit eingesetztem Stück, Fig. 15, Taf. 1. Er dient zuweilen bei Schwellen, wenn das Holz zu kurz ist, um überblattet werden zu können, die Verbindung aber doch einigen Widerstand gegen Verbiegung entgegensetzen soll.

Das Ausheben des eingesetzten Stückes wird durch die Schrägen b c verhindert.

4. Der Stoß mit dem eingesetzten Haken, Fig. 16, Taf. 1, kann einigem Zuge Widerstand leisten, kommt aber dennoch selten zur Anwendung.

5. Der Stoß mit dem eingesetzten Haken und mit Keilen, Fig. 17, Taf. 1, ist den beiden oben erwähnten Verbindungen, Fig. 15, und 16, vorzuziehen, weil durch das Eintreiben der Keile die beiden Langhölzer dicht nebeneinander gepreßt werden und ein Ausheben des eingesetzten Hakens wegen der schrägen Schnitte b c und d f verhindert wird. Die Länge des eingesetzten Stückes ist etwa der vierfachen Stärke des Holzes gleich.

6. Der stumpfe Stoß mit eisernen Schienen, Fig. 18, Taf. 1, kann einer großen Spannung der Länge der Hölzer nach Widerstand leisten. Die Schienen sind an den Enden umgebogen und durch Krampen gegen Abrutschen gesichert; sie sind durch Schraubenbolzen miteinander verbunden, so daß das Ganze eine sehr feste Verbindung abgibt, für Brücken empfehlenswert.

---

*) Vergl. A. Opderbecke, Der Zimmermann. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig. Preis 6 Mark gebunden.

§ 13. Das Anblatten.

1. Das gerade rechtwinkelige Blatt, Fig. 19, Taf. 1, wird häufig angewendet und gewöhnlich mit zwei, diagonal gestellten, hölzernen Nägeln versehen. Das Blatt leistet einen größeren Widerstand gegen Seitenausweichung, wenn dasselbe eine Versatzung emn, Fig. 20, Taf. 1, erhält. Wird das Blatt bei Unterzügen und Trägern angewendet, so erhält dasselbe nur eine geringe Länge und fällt das Verbohren hierbei ganz weg.

Die Anblattung darf aber immer nur über einer Säule, oder einem Pfosten, oder einer Mauer stattfinden.

2. Das schräg eingeschnittene, gerade Blatt, Fig. 21, Taf. 1. Die Schrägen eg und hf hindern das Verschieben nach senkrechter Richtung. Auch kann man, um eine seitliche Verschiebung zu hindern, wie in Fig. 20 Grate auf der oberen und und unteren Fläche anschneiden. Durch Schraubenbolzen wird das Ausweichen noch mehr verhindert.

3. Das schräge Blatt, Fig. 22, Taf. 1. Die Verbohrung geschieht wie bei den vorhergehenden Verbindungen; die Länge des Blattes ist im allgemeinen gleich der doppelten Stärke des Holzes.

4. Das schräge Hakenblatt oder der Hakenkamm, Fig. 23, Taf. 1, wird ungefähr 2 bis 3 mal so lang als die Holzdicke gemacht. Durch die Hakenkämme wird die Ausweichung nach der Längenrichtung verhindert; die Seitenschiebung kann durch Verbohrung einigermaßen gehemmt werden.

Die Verbindung wird durch die Figur hinreichend klar gemacht.

5. Statt des Hakenkammes kann man sich auch des Blattes mit Verschrägung, Fig. 24, Taf. 1, bedienen. Letztere beträgt $^1/_3$ der ganzen Holzstärke.

6. Das schräge Hakenblatt mit dem Keil, Fig. 25, Taf. 1, kann nach keiner Richtung ausweichen, so lange der Keil a nicht gelöst ist. Die schrägen Schnitte b, b von $^1/_6$ der Höhe des Holzes, verhüten jedes Heben. Den Keil macht man recht schlank und von trockenem Eichenholze. — Durch Schraubenbolzen c, c wird die Verbindung verstärkt und namentlich gegen Seitenausweichung bewahrt.

7. Das gerade Hakenblatt, Fig. 26, Taf. 1, wird durch die Kämme an dem Auseinanderziehen verhindert, und erschwert bei genau passenden Schnitten auch das seitliche Ausweichen. Man rechnet insgemein die Länge des Blattes $2^1/_2$ mal der Holzstärke. Die Stärke

des Holzes teile man in 8 gleiche Teile und gebe 5 davon dem ſtarken und 3 dem ſchwachen Teil des Blattes. Der Haken iſt $^1/_4$ h hoch.

8. Das gerade Hakenblatt mit dem Keil, Fig. 27, Taf. 1, unterſcheidet ſich von dem vorigen durch die ſchrägen Schnitte b, b und den Keil a und könnte demnach nur ſeitwärts verſchoben werden. Die Abmeſſungen ſind ſonſt genau wie vor.

9. Das verdeckte (verborgene) ſchräge Hakenblatt, Fig. 28, Taf. 1, hat an einer Seite eine Backe, wodurch der Verbindung von einer Seite das Anſehen des geraden Stoßes gegeben wird.

10. Das ſchwalbenſchwanzförmige Blatt mit Brüſtung, Fig. 29, Taf. 1. Die Länge dieſes Blattes wird, mit Einſchluß der Brüſtung, ungefähr der Stärke des Holzes gleich gemacht.

11. Der verborgene Hakenkamm mit ſchrägen Schnitten, Fig. 30, Taf. 1, in ſeitlicher und oberer Anſicht. Die Verbindung ſoll, außer gegen Zug, auch gegen ſeitliche Verſchiebung ſchützen.

Sämtliche derartige Verlängerungen werden durch Schraubenbolzen geſichert. — An den Hirnholzflächen pflegt man Blechſtreifen einzulegen.

§ 14. Das Aufpfropfen.

1. Stehen die zu verlängernden Hölzer lotrecht, ſo pflegt man alsdann die Verbindung mit dem Namen des „Aufpfropfens“ zu bezeichnen, beſonders wenn ſie bei einzurammenden Pfählen Anwendung findet.

Bei der Aufpfropfung hat man darauf zu ſehen, daß die Achſen der zu verbindenden Pfähle in eine gerade Linie treffen, daß beide Hölzer ſich mit möglichſt großen Flächen berühren und ein Spalten beim Einrammen verhindert werde; ferner dürfen keine Eiſenteile über die äußere Fläche der Pfähle hervorſtehen, weil dieſe das Einrammen erſchweren würden. Hiernach erſcheint die in Fig. 31, Taf. 1, dargeſtellte, in Frankreich oft gebrauchte Verbindung unzweckmäßig, indem ſie eine Splitterung gewiſſermaßen einleitet.

2. Auch die in Fig. 32, Taf. 1, gezeichnete Verbindung mit drei eiſernen Schienen iſt nicht zweckmäßig, weil dieſe ein Ausweichen nicht kräftig genug verhindern.

3. Es dürfte am zweckmäßigſten ſein, nach Fig. 33, Taf. 1, beide Hölzer genau ſenkrecht auf ihre Achſen abzuſchneiden, jedes Ende mit einem ſtarken, eingelaſſenen eiſernen Ringe zu verſehen und einen etwa 32 cm langen, 2,5 cm ſtarken eiſernen Dorn zur Hälfte in jedes Holz, in genau nach der Achſe gebohrte paſſende Löcher einzulaſſen.

4. Fig. 34, Taf. 1, zeigt eine Aufpfropfung, welche durch eine gußeiserne Muffe bewirkt wird und ebenfalls zweckmäßig erscheint.

II. Verbindungen von Querholz mit Längenholz.

Die Verknüpfungen.

§ 15. Das Ueberblatten.

1. Fig. 35, Taf. 1, zeigt die gewöhnliche Ueberblattung oder Ueberschneidung. Gewöhnlich wird aus jedem Holze die halbe Stärke ausgeschnitten; im allgemeinen kann aber das Holz, welches aufliegt oder eine geringe freiliegende Länge hat, weit eher eine Schwächung ertragen und sollte daher stärker als dasjenige, welches trägt, ausgeschnitten werden.

2. In Fig. 36, Taf. 1, geht nur ein Holz über den Kreuzungspunkt hinaus, und in Fig. 37, Taf. 1, endigen beide im Kreuzungspunkt.

3. Die schwalbenschwanzförmige Ueberblattung, Fig. 38, Taf. 1. A zeigt den einfachen Schwalbenschwanz, welcher ein Herausziehen des eingeblatteten Holzes q verhütet. Die Länge a b ist gleich der Breite a c, und der Absatz c f = $^1/_3$ der Breite. Ist das Holz P hinreichend unterstützt, so wird das Einlager a b e f $^2/_3$ so tief ausgestemmt, als das tragende Querstück q dick ist.

Bei B, Fig. 38, liegt die Stirnseite i o parallel mit der Kante des schrägen Holzstücks Q.

C zeigt den doppelten Schwalbenschwanz. Die Länge i m ist gleich der Breite k i des zu verblattenden Stücks; c k und p i sind jedes gleich $^1/_4$ k i. Der einfache Schwalbenschwanz gewährt eine größere Sicherheit gegen das Abspringen des Holzes.

Bei großer Stärke des Längenstücks P gegen das Querstück q gibt man dem Schwalbenschwanz noch eine Brüstung (Versatzung), wie E, F, 2,5 bis 4 cm tief, wodurch das Querstück sich der Breite nach ungeschwächt auf das Längenstück auflagert; die Länge des Schwalbenschwanzes l m bleibt aber immer seiner Breite k l gleich. Die Brüstung wird $^1/_6$ der Holzstärke gleich gemacht.

Bei der Verbindung von Querschwellen mit Langschwellen, Fig. 39, Taf. 1, läßt man den Schwalbenschwanz ganz durchgehen. — Die Brüstung o n q p behält die volle Dicke, der Schwalbenschwanz wird halb so stark; o v und n w beträgt jedes $^1/_4$ o n oder $^1/_4$ o m.

Bei rechtwinkeliger Ueberblattung wählt man den doppelten Schwalbenschwanz A mit Brüstung, bei schiefwinkeliger den einfachen B,

Fig. 39 und Fig. 40, Taf. 1, wobei g h gleich $^1/_3$, bei sehr schiefer Lage, Fig. 40, aber $^1/_2$ h s genommen wird.

4. Die hakenförmige Ueberblattung, Fig. 41, Taf. 1, steht den beiden vorigen Verbindungen deshalb nach, weil der Haken a, längs der Linie x y, leicht abgesprengt wird.

5. Bei der hakenförmigen Ecküberblattung, Fig. 42, Taf. 1, kann vermöge des keilförmig gestalteten Hakens die Verbindung auch nach der Richtung des Holzes q nicht ausweichen.

6. Die ausgeschnittene Ecküberblattung, Fig. 43, Taf. 1, ist minder dauerhaft, als die in Fig. 42 dargestellte, da der isolierte Kamm a zu leicht abspringt.

§ 16. Das Verzapfen.

1. Der gewöhnliche Zapfen, Fig. 44, Taf. 1. Der Vorsprung um den Zapfen heißt die Brüstung, die Brust. Die Stärke des Zapfens ist $^1/_3$ der Holzbreite, die Länge 5 bis 7 cm, wenn der Zapfen nicht verbohrt wird, 8 bis 11 cm, wenn er verbohrt werden soll. Bei dem Einpassen des Zapfens „faset" man die Kanten etwas ab.*)

2. Der gemeine Brustzapfen, Fig. 45, Taf. 1, wird gewöhnlich bei horizontalen Hölzern gebraucht, wo eins das andere tragen muß, bei Balken, Wechseln ꝛc. Der Zapfen wird hier so angeschnitten, daß unter demselben, an dem Stück C, ziemlich die Hälfte des Holzes stehen bleibt, um die Last des anderen Stückes desto sicherer zu tragen.

3. Der Brustzapfen mit schräger Brust, Fig. 46, Taf. 1, ist nur durch den oberen schrägen Schnitt von Fig. 45 verschieden.

4. Der geächselte Zapfen, Fig. 47, Taf. 1. Geächselt heißt dieser Zapfen, weil er nicht die ganze Breite des Stückes erhält. Man bedient sich seiner besonders da, wo das Ende eines Holzes in das Ende eines anderen eingezapft werden soll.

5. Der schwalbenschwanzförmige Zapfen, Fig. 48, Taf. 2, soll das Herausziehen des eingezapften Holzes verhindern, indem der Keil a in die für ihn ausgesparte Oeffnung getrieben wird.

Die Verbindung ist zu empfehlen.

6. Der schräge Zapfen, Fig. 49, Taf. 2, ist bei allen nicht winkelrechten Verbindungen erforderlich, besonders bei Verstrebungen, Winkelbändern und Kehlbalken. Der schräge Zapfen findet auch häufig bei Streben von Fachwerkswänden Verwendung, alsdann ist durch ein

*) In Fig. 13 u. 13a, 14 u. 14a ist übrigens der gewöhnliche Zapfen eines Fachwerkpfostens mit einem gestoßenen Schwellholz dargestellt.

eingebohrtes Loch dafür zu sorgen, daß das etwa eingedrungene Wasser aus dem Zapfenloch ablaufen kann. Fig. 49 a.

7. Der Jagdzapfen, Fig. 50, Taf. 2, wird bei schon stehenden Verbindungen, in welche Winkelbänder (Kopfbänder) eingesetzt werden müssen, in Anwendung gebracht. — Der obere Zapfen a ist der gewöhnliche schräge Zapfen, der untere b dagegen der Jagdzapfen. Der Teil c d desselben muß, nach einem aus dem Punkt e beschriebenen Kreisbogen, abgerundet werden. Ein zu demselben vorgerichtetes Zapfenloch heißt in der Werksprache ein Schleifloch.

8. Der Blattzapfen, Fig. 51, Taf. 2, wird bei stärkeren Hölzern gebraucht. Man teilt die Dicke des Stieles in 4 gleiche Teile und gibt dem Zapfen einen und dem Blatte auch einen solchen Teil zur Stärke.

9. Der Doppelzapfen, Fig. 52, Taf. 2, wird angewendet bei Hölzern, die mindestens 32 cm stark sind.

10. Der doppelte Blattzapfen, Fig. 53, Taf. 2, kommt in Anwendung, wo ein Stiel a einen Balken b tragen und noch außerdem in einen quer über diesem Balken liegenden anderen Balken c verzapft werden soll.

Jedes der Blätter am Stiele enthält $^1/_4$ der Holzbreite.

11. Der Seitenzapfen, Fig. 54, Taf. 2, wird gebraucht, wenn ein Stiel a nicht gerade unter einen Balken b trifft. Den Teil c des Stieles, der über den Balken vorsteht, läßt man als Blatt zur Seite des Balkens stehen.

12. Der Grundzapfen, Fig. 55, Taf. 2, wird bei der Verzapfung der Grundbalken, Holme ꝛc. angewendet. Das Zapfenloch geht durch den Holm a ganz hindurch und ist nach oben zu etwas erweitert. In den ebenfalls ganz durchreichenden Zapfen werden ein paar schlanke Holzkeile getrieben, so daß das Zapfenloch durch den, nun nach oben hin breiter gewordenen Zapfen ganz gefüllt ist.

13. Sollen die Zapfen nicht den ganzen Holm „durchsetzen", so bedient man sich des verborgenen Keilzapfens, Fig. 56, Taf. 2.

14. Der Winkelzapfen, Fig. 57, Taf. 2, findet Anwendung, wenn über dem Stiel a zwei Hölzer übereck („auf Gehrung") zusammengestoßen werden.

15. Der Kreuzzapfen, Fig. 58, Taf. 2, kann einem starken seitlichen Druck auf Abscherung Widerstand leisten, und beseitigt außerdem, bei Gitterträgern angewendet, den Uebelstand, daß sich die Feuchtigkeit in dem Zapfenloche sammeln kann.

16. Der Scherzapfen, Fig. 59, Taf. 2, ist hauptsächlich an den oberen Verbindungspunkten der Dachsparren gebräuchlich.

§ 17. Die Versatzungen.

1. Die einfache Versatzung mit Zapfen, Fig. 60, Taf. 2, pflegt dort angewendet zu werden, wo eine große horizontale Pressung vorausgesetzt werden muß. Der Schnitt a b muß den Winkel α, den beide Hölzer bilden, halbieren. Die Versatzung wird oft auch inmitten des Lagerholzes B eingestemmt, Fig. 61, Taf. 2, oder mit einer Seite bündig gelegt, Fig. 62, Taf. 2. Die Tiefe der Versatzung beträgt gegen $^1/_6$ der Stärke des unteren Holzes.

2. Die doppelte Versatzung, Fig. 62, Taf. 2, braucht man bei starken Hölzern, die unter sehr kleinem Winkel zusammenstoßen. Soll die Versatzung recht wirksam sein, so muß der Punkt x etwas tiefer als y liegen. Ist die Strebe schmaler als der Balken, so daß nach Fig. 61 zu beiden Seiten Holz stehen bleibt, so ist ein Zapfen an der Strebe nicht nötig. Wenn ein Herausspringen der Strebe aus der Versatzung zu befürchten ist, so kann man durch Streben und Balken einen oder mehrere Bolzen ziehen, Fig. 63, Taf. 2.

3. Die einfachste Mauerversatzung, Fig. 64, Taf. 2. Der Teil b d ist winkelrecht mit a b, c d, aber gleichlaufend mit a b.

4. Die doppelte Mauerversatzung, Fig. 65, Taf. 2.

5. Nach Fig. 66, Taf. 2, ist die Strebe A winkelrecht mit einem kurzen Zapfen in einen natürlichen großen Stein eingelassen. Das Zapfenloch kann nach vorne zu einen kleinen rinnenartigen Einschnitt erhalten, der dem etwa eingedrungenen Wasser einen Ausweg gestattet.

§ 18. Das Verkämmen, Verdollen, Verklauen.

Die Verkämmung hat den Zweck, die Verschiebung der Hölzer gegeneinander zu verhindern, ohne daß letztere dabei bündig liegen.

Die Verbindung besteht darin, daß aus dem einen eine Vertiefung (2 bis 2,5 cm) ausgearbeitet wird, in welche eine am anderen ausgesparte Erhöhung, der Kamm, genau eingreift.

1. Fig. 67, Taf. 2, zeigt die schwalbenschwanzförmige Verkämmung von Rahmenstücken, Balken, Schwellen bei Fachwerksgebäuden, wo die Köpfe bündig liegen. Es ist a das Rahmenstück (Wandpfette) des unteren Stockwerkes; b, d aufgekämmte Balken; c die aufgekämmte Schwelle des oberen Stockwerkes (Saumschwelle).

A Seitenansicht des Eck- oder Ortbalkens d.

2. Noch einige Endverkämmungen sind in Fig. 68, Taf. 2, bei A, B und C dargestellt. Die mit A und B bezeichneten sind zwar sehr gebräuchlich, stehen aber der schwalbenschwanzförmigen Verkämmung, Fig. 67, nach.

3. Fig. 69, Taf. 2, Verkämmung der Balken auf Unterzügen und anderen Hölzern, über die sie hinwegreichen. Der doppelte Kamm A ist gebräuchlicher, als der Kreuzkamm B.

4. Das Verdollen, Fig. 70, Taf. 2, ist an manchen Orten statt des Verkämmens gebräuchlich. Von den zu verbindenden Hölzern wird eins in der ganzen Breite 2 cm ausgeschnitten und die Verschiebung nach der Länge durch einen starken hölzernen Nagel (Dollen), welcher in ein gebohrtes Loch des ausgeschnittenen Holzes eingreift, verhütet.

5. In Fig. 71, Taf. 2, ist der untere Teil der Strebe a mit einer sogenannten Klaue b c d versehen, die in eine Schwelle k eingreift.

In Fig. 72 und 73, Taf. 2, sind noch zwei Klauen dargestellt, und zwar zeigt Fig. 72 eine Klaue, wodurch ein Stück Holz von der Seite unterstützt wird, Fig. 73 zwei Streben, welche beide in das zu unterstützende Holz mit Klauen eingreifen.

Endlich gehört zu dieser Klasse von Verbindungen noch das sogenannte Schiften, wovon aber erst später beim „Abbinden" der Walmdächer die Rede sein wird.

III. Verbindungen der Hölzer parallel neben- oder übereinander liegend.

Die Verbreiterungen.

§ 19. Das Fugen, Falzen, Spunden und Federn.

1. Das Fugen, Fig. 74 bis 76, Taf. 2, kommt bei Pfahl- und Bretterwänden, Fußböden, Verschalungen ꝛc. vor. Die Stoßfugen sind entweder rechtwinkelig auf die Oberflächen der Hölzer gestellt, Fig. 74 und 75, oder sie bilden mit den Oberflächen Winkel von 45 bis 60°, Fig. 76.

2. Das Falzen oder die halbe Spundung, Fig. 77 bis 79, Taf. 2, kommt nur bei schwächeren Hölzern in lotrechter Richtung derselben vor. Die Fig. 78 zeigt offene Fugen, wodurch das Schwinden der Bretter nicht in die Augen fällt und eine Dekoration der Fläche bezweckt wird. In Fig. 79 ist ein Rundstab angebracht, durch welchen ebenfalls das Schwinden unbemerkbar gemacht wird.

3. Die Spundung, Fig. 80 bis 84, Taf. 2, besteht darin, daß die Hölzer (Bretter, Bohlen ꝛc.) auf ihre ganze Länge mit einem Teile

ihrer Stärke ineinander greifen. Der eingreifende Teil heißt die Feder, und die von derselben zu füllende Oeffnung der Spund oder die Nut.

Es zeigen:

Fig. 80, Taf. 2, Quadratspundung;

Fig. 81, Taf. 2, schwalbenschwanzförmige Spundung;

Fig. 82, Taf. 2, Keilspundung, findet bei schwachen Hölzern Anwendung.

Die in Fig. 83, Taf. 2, dargestellte Spundung hat den Zweck, die zur Befestigung der Dielen gebrauchten Nägel zu verstecken, wie solches die Figur andeutet.

4. Bei der Federung, Fig. 84, Taf. 2, bekommt jedes Holz zwei Nuten und die Feder a besteht aus einem besonderen Holzstücke, das in die Fugen eingetrieben wird.

Zuweilen macht man auch die Feder, statt von Holz, von schwachem Bandeisen, was dem Fußboden eine große Steifigkeit gibt.

Die Nut wird dann mit einer bogenförmig gestalteten Säge eingeschnitten.

Die doppelte Spundung, Fig. 85, Taf. 2, wird sehr selten angewendet. —

IV. Die Verstärkung der Hölzer.

Die Tragfähigkeit der Balken steht im einfachen geraden Verhältnis zur Breite, im einfachen umgekehrten zur Länge und im geraden quadratischen Verhältnis zur Höhe, nimmt also hauptsächlich durch Vermehrung der Höhe zu. — Von zwei lose aufeinander gelegten Balken kann indessen der eine nie die Tragkraft des anderen vermehren, sondern die Balken müssen stets innig miteinander verbunden werden.

Soll durch die Verdickung die Vermehrung der Tragkraft im quadratischen Verhältnis der Höhe eintreten, dann müssen die Hölzer so miteinander verbunden werden, daß sich dieselben nicht unabhängig voneinander biegen und bewegen können; die Verbindung muß so fest sein, als ob beide Hölzer aus einem Stück beständen.

Die hierher gehörigen Verbindungen sind die Verzahnung und Verdübelung.

§ 20. Die Verzahnung der Balken.

Ein verzahnter Balken (Träger) ist gewöhnlich aus drei Teilen A, B, C, Fig. 86, Taf. 2, zusammengesetzt, welche mit sägeförmigen Schnitten übereinander gesprengt und durch eiserne Bolzen verbunden werden.

Zu dem unteren Teile A wird ein krumm gewachsenes Stück genommen, oder es wird künstlich gekrümmt (gesprengt), indem man unter die Mitte eine feste Unterlage legt und alsdann die beiden Enden herabpreßt*).

Die Dicke eines verzahnten Balkens beträgt ungefähr $^1/_{12}$ bis $^1/_{15}$ der ganzen freiliegenden Länge. Das untere Stück A erhält davon in der Mitte $^3/_5$ der Stärke; gegen die Enden zu nimmt es ab und bleibt daselbst $^2/_5$ der Stärke. Die Tiefe der Zähne ist gleich $^1/_{10}$, die Zahnlänge gleich $1^1/_2$ der Höhe beider Hölzer, in die Fuge a wird, um das Ineinanderdringen der Hölzer zu vermeiden, eine Blechtafel gelegt und auch in die Fugen der Zähne kommen öfter dünne Blechstreifen.

Nachdem die vorbemerkte Biegung des unteren Stücks erfolgt ist, werden die bearbeiteten oberen Teile eingetrieben und durch Schraubenbolzen verbunden. In der Sprengung muß das untere Stück Holz während der ganzen Bearbeitung erhalten werden, und ein Kennzeichen genauer Arbeit ist es, wenn der verzahnte Balken, sich selbst überlassen, seine Sprengung nur unmerklich vermindert.

Eine vollkommen passend gearbeitete Verzahnung ist schwierig herzustellen, und man hilft sich wohl dadurch, daß man die Stoßfugen der Zähne nicht dicht, sondern so arbeitet, daß Keile von recht trockenem harten Holze, oder gar von Eisen hineingetrieben werden können.

Fig. 87, Taf. 2, zeigt die eben erwähnte Anordnung.

In Fig. 88, Taf. 2, ist ein verzahnter Balken, aus 5 Stücken bestehend, gezeichnet.

Die Konstruktion ist der eben beschriebenen ganz ähnlich, nur ist zu bemerken, daß an dem mittleren oberen Stücke die Zähne gegen früher entgegengesetzt sein müssen.

Die Tragfähigkeit eines gut gearbeiteten verzahnten Balkens beträgt erfahrungsmäßig $^3/_4$ von der, die ein gewöhnlicher Balken von denselben Abmessungen hat, und die Höhe eines verzahnten Balkens muß $1^1/_{10}$ mal so groß sein, als die eines gewöhnlichen Balkens, wenn er mit diesem, unter übrigens gleichen Umständen, gleiche Tragfähigkeit besitzen soll.

§ 21. Die Verdübelung der Balken.

Da die tadellose Herstellung eines verzahnten Balkens schwierig ist und durch die Zähne viel Holz verloren geht, so hat man die Hölzer,

*) Der Pfeil der Krümmung wird in der Regel zu $^1/_{60}$ der Holzlänge gerechnet.

ohne sie ineinander greifen zu lassen, so aufeinander befestigt, daß die Unverschieblichkeit durch besondere Verbandstücke (Dübel) bewirkt wird.

Diese Dübel sind entweder cylindrisch, prismatisch mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt, oder keilförmig aus hartem Holze gebildet, und greifen zur Hälfte in jedes der zu verbindenden Hölzer ein.

Fig. 89, Taf. 3, zeigt eine Verdübelung, welche durch einfache, schlanke Keile gebildet wird. Letztere, deren Holzfasern parallel mit denen der Haupthölzer laufen, sind abwechselnd von der einen und von der anderen Seite eingetrieben.

Die lichte Entfernung der keilförmigen Dübel beträgt etwa die Höhe h, die Breite derselben die Hälfte und die Dicke $^1/_{10}$ bis $^1/_{14}$ dieses Maßes.

Fig. 90, Taf. 3, zeigt eine Verdübelung mit Doppelkeilen, die in Zwischenräumen, etwa gleich der Höhe der ganzen Verbindung angebracht sind. Die Keile müssen recht schlank, circa 8 cm hoch und 5 cm breit werden, und das Loch für die Keile quadratisch mit 8 cm Seite gestaltet sein.

Die Keile werden erst dann eingetrieben, wenn die Schraubenbolzen angezogen sind. Sobald ein Zusammentrocknen des Holzes und dadurch eine Senkung des Balkens stattgefunden hat, wird letzterer gehoben und die Keile von neuem angetrieben, weshalb dieselben länger angefertigt werden müssen, als der Balken breit ist.

Auch die verdübelten Balken bekommen eine Sprengung gleich $^1/_{60}$ ihrer Länge wie die verzahnten, und müssen dieselbe erhalten, bevor die Einschnitte für die Dübel ausgearbeitet werden.

Da die Verschiebung der aufeinander liegenden Hölzer in der Mitte Null und nur nach den Enden hin bemerklich ist, so kann auch die Verdübelung in der Mitte wegfallen und braucht nur an den Enden angebracht zu werden; die mittleren Teile liegen dann glatt und ohne weitere Verbindung, als die durch die Schraubenbolzen bewirkte, aufeinander.

§ 22. Von den armierten Balken.

1. Die einfachste Art, die Tragkraft eines Balkens zu vergrößern, besteht darin, daß man an seinen beiden Enden Sattelhölzer a, a, Fig. 91, Taf. 3, unterlegt, welche mit dem Balken verzahnt und alsdann mittels durchgehender Schraubenbolzen mit demselben verbunden werden.

Die Verzahnung darf aber hier nur gering sein und nicht mehr als höchstens 4 cm betragen, weil sonst der Balken dadurch unnötigerweise geschwächt werden würde.

Diese Konstruktion wendet man außer bei Brückenbalken mit Vorteil bei „Binderbalken“ an, wenn dieselben an ihren Enden durch Einzapfungen und Versatzungen bedeutend geschwächt werden.

2. Fig. 92, Taf. 3, zeigt eine Balkenverstärkung durch Strebebohlen für eine freie Länge von 7,20 m, Fig. 92 A obere Ansicht; Fig. 92 B und Fig. 92 C zwei Querdurchschnitte nach a b und c d. Hierbei wird an jeder Seite des Balkens eine Bohle in schräger Lage mittels Schraubenbolzen befestigt, und um die Verschiebung der Bohle zu verhindern, erhält diese an den Ecken eine Verzahnung. Des Seitenschubes wegen bleiben die Bohlen oder Halbhölzer 10 cm an den Enden von der Mauer entfernt.

Viertes Kapitel.

Die Sprengungen.

§ 23. Erklärungen.

Häng- und Sprengwerke werden da angewendet, wo Räume von bedeutender Weite mit Balken zu überdecken sind und eine unmittelbare Unterstützung innerhalb der freien Länge dieser Balken durch Säulen, Pfeiler, Stiele nicht zulässig ist.

Stellt, Fig. 93, Taf. 3, a einen Balken vor, der so weit frei liegt, daß er sich in der Mitte durchbiegen würde, so ist, um dieses Durchbiegen zu verhindern, oberhalb des Balkens eine solche Konstruktion zu treffen, daß der Balken davon getragen wird. Dieses erreicht man durch die Streben b, b, welche in die Hängsäule c eingreifen, wodurch dann, da diese Streben mit ihren unteren Enden auch in den Balken eingreifen, diese Hängsäule c schwebend erhalten wird. Mit dieser Hängsäule wird alsdann der Balken auf irgend eine Art verbunden; er wird an dieselbe angehängt. Eine solche Konstruktion nennt man ein Hängwerk.

Man unterscheidet einfache und doppelte, drei- und mehrfache Hängwerke, je nachdem der Balken ein, zwei, drei und mehreremal aufgehangen ist.

Ein doppeltes Hängwerk, Fig. 94, Taf. 3, hat einen Hängwerksbalken a, zwei Hängstreben b, b, zwei Hängsäulen c, c und einen Spann- oder Brustriegel d.

Durch Verbindung des einfachen und doppelten Hängbocks lassen sich nun die mehrfachen Hängwerke zusammensetzen.

§ 24. Die Streben und ihre Stellung.

Nach statischen Gesetzen folgt, daß eine Strebe von kleinstem Inhalt einen Neigungswinkel von 26° 33′ erhalten muß.

Für den geringsten Querschnitt der Strebe beträgt der Neigungswinkel derselben 41° 40′.

Die Streben werden mit dem Hängwerksbalken durch den schrägen Zapfen mit einfacher oder doppelter Versatzung, Fig. 95 und 96, Taf. 3, verbunden.

Die Streben dürfen jedoch nicht zu nahe am Ende des Balkens in diesen eingesetzt werden, damit noch Holz genug stehen bleibt, um nicht durch den Schub der Streben losgerissen zu werden.

Obgleich die „Parallel-Kohäsion" des Holzes ziemlich bedeutend ist, so läßt man doch immer mindestens 30 cm volles Holz vor den Versatzungen stehen und wenn die Streben eine sehr flache Lage haben, noch mehr, denn bei zufälligen Erschütterungen wirken die Streben als Hebel auf die Hirnseiten der Balkenversatzung, und es kann so leicht ein Absprengen derselben erfolgen.

Ist der Neigungswinkel α der Strebe kleiner als 30°, so wird man der Vorsicht wegen ein oder zwei Bolzen, die entweder senkrecht zur Strebe oder senkrecht zum Balken gerichtet sind, nach Fig. 97 Taf. 3, anordnen.

In Fig. 98, Taf. 3, ist eine Anordnung gezeichnet, wo die Streben von einem besonderen Holze, welches mit dem Balken verdübelt und verbolzt ist, aufgenommen werden.

Fig. 99 bis 101, Taf. 3, zeigen noch Verbindungen der Streben mit den Balken, unter Zuhilfenahme des Eisens, wobei die Versatzungen mit den Zapfen fortfallen können.

§ 25. Die Hängsäulen.

Die Hängsäule ist dazu bestimmt, die Last überhaupt zu tragen, die entweder nur in einem Balken, worauf die Streben selbst stehen, oder in einem Träger oder Unterzug, welcher eine ganze Balkenlage u. s. w. zu tragen hat, besteht, in welchem Falle dann auch mehrere Hängwerke angebracht werden.

Es kommen einfache und doppelte Hängsäulen vor und zwar erstere *bei Hängwerken, wo* es nur auf Unterstützung der Balken ankommt,

letztere besonders bei großen Dach- und Brückenkonstruktionen. Ihre Stärke richtet sich außer nach der Last, die sie zu tragen haben, namentlich nach der Verbindung, in welche sie mit anderen Baustücken gesetzt werden, die mehr oder weniger Einschneiden, Verbohren u. s. w. nötig machen.

Man gibt ihnen daher je nach Anwendung und Zweck in den gewöhnlichen Fällen eine Stärke zwischen 16/16 und 22/22 cm.

In den Dachwerken tragen die Hängsäulen Unterzüge, Stuhlbalken, Rähme u. s. w., wie sich dies in der Folge zeigen wird.

Fig. 102, Taf. 3, zeigt die übliche Verbindung einer Strebe mit einer einfachen Hängsäule, wobei ganz dasselbe gilt, wie am Fuß der Strebe.

Ist oberhalb der Streben nicht soviel Raum vorhanden, um einen gehörig langen Kopf an der Hängsäule stehen zu lassen, so muß man die Befestigung unter Zuhilfenahme von Eisen zu erreichen suchen.

Fig. 104, Taf. 3 und Fig. 105, Taf. 3, zeigen dergleichen Anordnungen, von denen die Fig. 105 den Vorzug verdient, indem die Streben mit ihren Hirnenden unmittelbar zusammenstoßen.

Wenn die Pressung bedeutend ist, legt man wohl eine dünne Blechtafel zwischen die beiden Hirnenden, damit sie sich nicht ineinander drücken können.

Fig. 103, Taf. 3, stellt die Verbindung einer doppelten Hängsäule mit den Streben dar.

Kann für den Kopf der Hängsäule nicht Holz genug stehen bleiben, so muß man wieder zum Eisen, Fig. 106, Taf. 3, seine Zuflucht nehmen.

Fig. 107 und 108, Taf. 3, zeigen die Verbindung eiserner Hängstangen mit hölzernen Streben, welche Anordnung wohl bei sehr kurzen Hängsäulen angewendet wird.

Bei dem doppelten Hängbock sind am Kopf der Hängsäule Strebe, Spannriegel und Hängsäule zu verbinden. Die Mittellinien dieser drei Hölzer müssen sich in einem Punkte a schneiden, Fig. 109, Taf. 3.

Ist wieder nicht Höhe genug vorhanden, um der Hängsäule einen Kopf geben zu können, so kann man Strebe und Spannriegel zusammenstoßen und eine eiserne Kappe über der unter der Strebe abgeschnittenen Hängsäule befestigen, Fig. 111, Taf. 3.

Bei einer doppelten Hängsäule wird im Innern der Hängsäule die Strebe mit dem Spannriegel nach Fig. 110, Taf. 3, zusammengeschnitten und die feste Verbindung mittels Schraubenbolzen, welche durch die doppelte Hängsäule gezogen werden, bewirkt.

§ 26. Die Hängwerksbalken, Träger und Unterzüge.

Der Hängwerksbalken wird gewöhnlich durch das Hängeisen an die Hängsäule befestigt, Fig. 112, Taf. 3. Zwischen Hängsäule und Balken ist ein Zwischenraum von 1,4 bis 2,5 cm zu lassen, damit bei einer Senkung der Hängsäule kein Druck auf den Balken ausgeübt werde.

Ist die Hängsäule doppelt, so läßt man den Balken nach Fig. 113, Taf. 4, von ihr umfassen, und zieht ober- und unterhalb des Balkens einen Bolzen durch die Hängsäule.

Soll die Hängsäule nicht unter die Unterfläche des Balkens hinabreichen, so kann die Verbindung nach Fig. 114, Taf. 4, geschehen.

Bei der Verbindung nach Fig. 115, Taf. 4, wird an jeder Seite der Hängsäule eine Schiene befestigt, die unten in eine Schraubenspindel ausläuft, und welche mit dem Balken durch eine unter denselben gelegte, festgeschraubte Schiene verbunden wird. Diese Anordnung ist zu empfehlen, weil nach der ersten Befestigung ein „Nachziehen" stattfinden kann.

Es würde, wenn auch nicht allemal überflüssig, doch schwierig und kostspielig sein, über jeden einzelnen Balken einer weit gespannten Balkenlage ein Hängwerk anzulegen. Wenn daher eine solche ganze Balkenlage getragen werden soll, so bringt man es nur über dem vierten, fünften und sechsten Balken an, nach Verhältnis der Last, die es zu tragen bestimmt ist.

Damit aber alle Balken zugleich getragen werden, so werden neben die Hängsäule, nach Fig. 116, Taf. 4, oder unter dieselbe, nach Fig. 117, Taf. 4, Träger, resp. Unterzüge, gelegt.

Muß der Hängwerksbalken gestoßen werden, so geschieht dies durch den schrägen Hakenkamm, immer unter einer Hängsäule, und vorteilhaft ist es, wenn ein Sattelholz unter den Stoß gelegt wird.

Eine eiserne Hängstange kann durch den Hängwerksbalken hindurchgehen und mittels einer Schraubenmutter und Unterlagsplatte mit demselben verbunden werden.

§ 27. Der dreifache Hängbock.

Beim dreifachen Hängwerk ist nach Fig. 118, Taf. 4, ein doppelter Hängbock in einen einfachen eingeschlossen. Die Hängsäulen sind doppelt und umfassen den einfachen Spannriegel.

Die Streben werden durch Verdübelung und Verbolzung miteinander verbunden, damit keine Biegung der Hölzer, unabhängig voneinander, stattfinden kann.

Fig. 119, Taf. 4, zeigt die Verbindung der doppelten Hängsäule mit den Streben. In Fig. 120, Taf. 4, sind die Hängsäulen des doppelten Hängbocks einfach, doch ist es besser, sie auch doppelt anzuordnen.

Sollten vier Hängsäulen verlangt werden, so wird man zwei doppelte Hängböcke übereinander stellen.

B. Die Sprengwerke.

§ 28. Erklärungen.

Häng- und Sprengwerke sind im allgemeinen nur dadurch voneinander verschieden, daß beim Hängwerk eine Verstrebung von mehreren Hölzern gegeneinander oberhalb des zu unterstützenden Balkens stattfindet, die Sprengung aber durch Verstrebung von unten her beschafft wird.

Bei Hochbauten kommen die Sprengwerke seltener zur Anwendung, indem sie immer ein starkes Widerlager erfordern.

Dagegen finden die Sprengwerke bei Brückenausführungen eine desto häufigere Anwendung. Man unterscheidet ebenfalls, wie bei den Hängwerken, einfache, doppelte, drei- und mehrfache Sprengwerke, je nachdem der Balken ein, zwei, drei oder mehreremal unterstützt ist.

§ 29. Das einfache Sprengwerk.

Ein einfaches Sprengwerk besteht aus zwei Streben a, a, Fig. 121, Taf. 4, welche stumpf zusammenstoßen und mit kurzen Zapfen in den Balken b eingreifen.

Liegt aber unter dem Balken ein Unterzug c, so tragen diesen die Streben a, a durch Klauen, Fig. 122, Taf. 4. Die Sprengstreben stehen mit ihren unteren Enden mit einer Versatzung in der Mauer, Fig. 64 bis 66, Taf. 2.

Da aber hierbei ein ziemlich bedeutender Druck gegen einen Punkt der Mauer ausgeübt wird, so stellt man öfter lotrechte Ständer gegen dieselbe, welche auf hervorragenden Steinen stehen.

In diese Ständer werden die Sprengstreben mit Versatzungen eingezapft.

§ 30. Das doppelte Sprengwerk.

Wird der Balken an zwei Punkten unterstützt, so liegt unterhalb desselben ein Spannriegel c, welcher mit dem Balken verdübelt und

verbolzt wird, Fig. 123, Taf. 4. Die Streben werden mit dem Spannriegel stumpf zusammengestoßen und über den Stoß doppelte Zangen gelegt, die mit dem Balken und unterhalb der Streben miteinander verbolzt und entweder lotrecht oder rechtwinkelig zu den Streben gestellt werden können.

Ist das Sprengwerk mit zwei Unterzügen b, b versehen, so verdient die in Fig. 124, Taf. 4, dargestellte Anordnung vor allen anderen den Vorzug.

Damit der Spannriegel zur Verstärkung des Balkens dient, ist ein Balkenstück von gleicher Stärke der Unterzüge a zwischen beide Hölzer gestellt und durch denselben ein Schraubenbolzen gezogen; auch bei den doppelten Zangen ist ein Füllholz nötig.

Bei den Brückenkonstruktionen, wovon später die Rede sein wird, werden wir die mehrfachen Sprengwerke, sowie die sogenannten vereinigten Häng- und Sprengwerke kennen lernen.

Fünftes Kapitel.

Die Holzwände.

§ 31. Einteilung der Wände.

Bei den aus Holz darzustellenden Wänden unterscheidet man verschiedene Arten, je nach der Konstruktionsweise derselben.

Die gewöhnlichsten sind:

1. Die Riegel-, Bund- und Fachwerkswand.
2. Die gesprengte Wand.
3. Die Bohlenwand.
4. Die Blockwand.
5. Die Spundwand.

A. Die Riegel-, Bund- oder Fachwerkswand.

§ 32. Erklärungen.

Eine Fachwerkswand besteht aus der Schwelle (Platte, Sohle) a, Fig. 125, Taf. 4, dem Rähm- oder der Wandpfette b, den Pfosten (Ständern, Stielen, Säulen) d, d . ., den Riegeln c, c . . f, f . . und den Streben (Bändern) e, e . .

§ 33. Die Schwellen.

Man unterscheidet:

1. Grundschwellen (Hauptschwellen) a, Fig. 125, Taf. 4, die zu unterst auf den wagerecht abgeglichenen Sockel S gestreckt werden.

2. Saumschwellen (Brustschwellen) g, die in den oberen Stockwerken quer über die Balken zu liegen kommen.

3. Stuhlschwellen, welche zuweilen auf die Dachschwellen gestreckt werden und den Stuhlsäulen zum Einstellen dienen.

Die Grundschwellen, als die erste hölzerne Grundlage des Gebäudes, werden auf eine aus irgend einer Steinart gut konstruierten Schwellmauer (Plinte) gestreckt, welche zur Abhaltung der Feuchtigkeit wenigstens 0,5 m über die Erdoberfläche hochgeführt wird.

Sie werden ihrer ganzen Länge nach untermauert, da sie nie durch die Konstruktion selbst auf ihre Druckfestigkeit hin beansprucht werden dürfen, sondern nur zur Unterlage und Aufnahme der Stiele u. s. w. dienen sollen. Die Mauer, auf welche sich die Schwellen legen, ist stark abzuschrägen und zwar so, daß die Abschrägung noch etwas hinter der Vorderkante der Schwelle anfängt, oder die Schwelle ist bündig mit der Mauerfläche zu setzen, Fig. 126 und Fig. 127. Zweckmäßig ist es auch, die Schwelle auf eine Ziegelrollschicht zu legen, an der eine kleine Abschrägung angehauen ist. Fig. 128, Taf. 4.

Die Grundschwellen sind, wie schon gesagt, nicht deshalb da, um das aus den verbundenen Wänden bestehende ganze Gebäude zu tragen, sondern vielmehr, um die einzelnen Teile, die Pfosten oder Ständer ꝛc. in gehöriger Richtung zu erhalten und ihr Ausweichen zu verhüten, dann aber auch noch hauptsächlich, um den Druck der Last des ganzen Gebäudes auf die Schwellmauern gleichmäßig zu verteilen, welches ein sehr wesentlicher Nutzen für das Gebäude ist.

Diese Gründe machen die Schwellen, welche außerdem vielleicht bedingungsweise ganz entbehrt werden können, im allgemeinen notwendig; aber es ist nicht erforderlich, sie besonders stark zu machen, es genügen meist Halbhölzer, zweckmäßig ist es, sie etwas breit zu nehmen, da man dann gleichzeitig ein Auflager für den Fußboden gewinnt.

Es ist als eine verhängnisvolle Unsitte zu bezeichnen und auch konstruktiv falsch, die Schwelle selbst etwa mit einer oberen Fase zu versehen und sie vor die Fläche der Stiele und Mauer treten zu lassen, da hierdurch das an der Wand herabfließende Wasser in die Schwelle bezw. Zapfenlöcher eindringen und einen schnellen Vergang der Schwelle

herbeiführen kann, sie ist also stets bündig zu legen und niemals nach Fig. 129.

Die Schwelle darf keinen Splint behalten, denn derselbe fault bald. Bei dem Auflager der Schwelle auf die Mauer kommt die „Kernseite" des Holzes immer nach unten zu liegen.

Es ist Vorurteil, daß Eichenholz, im Verhältnis seiner Dauer und des Kostenpreises, vorteilhafter zu verwenden sei, als ein gutes, festes und kieniges Nadelholz. Ein Stück Eichenholz, welches abwechselnd der Nässe und der Trocknis ausgesetzt, dabei, wie gewöhnlich, frisch verarbeitet ist, fault fast ebenso bald, als das kieferne und ist viel teurer.

Dabei ist es nicht von besonderer Länge zu haben und muß deshalb mehrmals zusammengeblattet werden, welches der Stabilität des Gebäudes von Nachteil ist.

Man hat vor dem Gebrauch die örtlichen Umstände wohl zu erwägen, bevor man sich über die Wahl des Holzes entscheidet.

Im Süden Deutschlands verbraucht man häufig Sandsteinschwellen, in welche die Zapfenlöcher eingearbeitet werden.

Aus angeführten Gründen brauchten die Schwellen nur 10 bis 12 cm stark zu sein, wenn die Pfosten mit 4 cm langen Zapfen eingesetzt würden; man macht sie aber gleichwohl des besseren Aussehens halber 13 bis 18 cm hoch. Ihre Breite muß sich nach der Stärke der Pfosten richten und mindestens gleiche Breite mit diesen haben.

Beim Stoßen der Schwellen muß man die Anordnung so treffen, daß der Stoß gegen 0,6 m rechts oder links von einem Bundpfosten zu liegen komme; außerdem wird der Stoß jederzeit unter einen Wandpfosten gestellt. Sehr fehlerhaft wäre es, wenn die Stöße der Langseiten, oder auch die der Giebelseiten, einander gegenüber, oder auch unter die Rahmstücke und Saumschwellen gelegt würden; sie müssen beziehungsweise stets im Verband liegen.

Die beste Verbindung zweier Schwellstücke ist die mit dem schrägen Hakenblatte, Fig. 23, Taf. 1. Die Ueberkämmungen in den Ecken geschehen nach Fig. 42, Taf. 1.

Dem oberen Blatte gibt man gegen 4 cm mehr Stärke, als dem unteren, um das Zapfenloch aufzunehmen. Der Kamm erhält nur etwa 3,5 cm Höhe.

Beim Zusammentreffen zweier Schwellen ist die beste Verbindung die schwalbenschwanzförmige Ueberblattung, Fig. 38 und 39, Taf. 1.

Häufig kommt es auch für die Grundschwellen vor, daß man sie über die Eckverbindung etwas hinausragen läßt, abschrägt oder mit

einem Brettſtück abdeckt. Naturgemäß iſt die Schwelle mit dem Sockelmauerwerk zu verankern.

§ 34. Die Pfoſten (Ständer, Stiele oder Säulen).

Die Pfoſten bilden die Höhenſtützen eines Fachwerkbaues.

Eckpfoſten nennt man diejenigen, in welchen zwei Umfaſſungswände aufeinander ſtoßen; Bundpfoſten ſind die, in welchen eine innere Wand und eine Umfaſſungswand, oder zwei innere Wände zuſammenſtoßen. Wandpfoſten iſt die allgemeine Benennung für alle Mittelpfoſten.

Die Eck- und Bundpfoſten erhalten ihre beſtimmte Stellung durch die Einteilung des Gebäudes, welche der Grundriß angibt. Die Stellung der übrigen aber hängt von der Anordnung der Fenſter und Thüren ab, indem zwei Pfoſten allezeit die Seiten der Fenſter und Thüren bilden müſſen.

Der zwiſchen Fenſtern und Thüren übrigbleibende Raum, wie überhaupt ein nicht unterbrochenes Stück Wand, wird dann ſo eingeteilt, daß die Pfoſten nicht über 1,75 m und nicht unter 0,9 m voneinander entfernt ſtehen; wo es zu vermeiden iſt, darf wegen Fenſter und Thüren kein beſonderer Pfoſten eingezogen werden. Man ſtellt daher bei einem Entwurfe die Pfoſten der Thüren, Fenſter und Bundwände zuerſt ein und teilt dann die Zwiſchenweiten in den angegebenen Maßen, ohne ſich beſonders um Symmetrie oder Gleichheit der Pfoſten weiter zu kümmern.

Die einer Ecke zunächſt ſtehenden Pfoſten werden, wie aus dem Folgenden erhellt, gewöhnlich weiter von letzterer abgeſtellt. Die Pfoſten müſſen der Biegung durch die lotrecht auf ſie wirkenden Laſt widerſtehen, und die Erfahrung lehrt, daß dies bei einer Stärke von 13 bis 16 cm im Quadrat der Fall iſt; nur wenn der Druck nicht bloß lotrecht, ſondern auch ſeitwärts wirkt, müſſen die Pfoſten in der Richtung der Dicke der Wand eine größere Abmeſſung erhalten. Es iſt notwendig, die Eckpfoſten ſtärker als die übrigen zu machen, weil ſie an zwei Seiten gelocht werden und auf zwei Seiten dem Wetter ausgeſetzt ſind.

Wegen dieſer größeren Stärke ſind dieſelben nach Fig. 130, Taf. 4, „auszuwinkeln“.

Die Pfoſten werden nicht mit der Schwelle, wohl aber mit dem Rähm verbohrt.

Die Pfoſten werden in die Schwelle verzapft und zwar für die gewöhnlichen Pfoſten nach Fig. 44, Taf. 1, oder beſſer mit dem Kreuzzapfen nach Fig. 58, Taf. 2. Für die Eck- und Bundpfoſten vergl. Fig. 57, Taf. 2, und Fig. 47, Taf. 1.

Das Rähm b, Fig. 125, Taf. 4, macht man gern aus recht langen Stücken, weil davon die Unverschieblichkeit der ganzen Wand zum Teil abhängig ist.

Das Stoßen desselben geschieht durch das schräge Hakenblatt und immer über einen Pfosten.

Am Eck, oder bei sich kreuzenden Wänden, werden die Rähme überblattet, wenn aber das eine Rähm höher liegt, überkämmt.

§ 35. Die Streben und Bänder.

Die Streben e, e, Fig. 125, Taf. 4, werden ihrer Natur nach an den Ecken gegen das Verschieben der Wände durch äußere Wirkungen, als Sturm ꝛc. (Sturmbänder) angebracht. Sie müssen weder zu flach, noch zu steil, sondern in einem entsprechenden Winkel, jedoch nicht unter 60 bis 65° mit Schwelle und Rähm stehen, um in ihrer Wirkung dem beabsichtigten Zwecke zu entsprechen.

Bei sehr hohen Wänden würde zu einer zweckmäßigen Schräge der Eckstrebe das Feld zwischen Eck- und Wandpfosten unverhältnismäßig breit sein müssen. In diesem Fall kann man die Strebe über den Wandpfosten reichen lassen, wobei Rücksicht zu nehmen, ob außen Strebe und Pfosten bündig sein müssen. Uebrigens sind die Streben stets nach der Mitte zu stellen, wenn das Rähm gestoßen ist. Vor den (gestirnten) Zapfen der Strebe bis zum Zapfenloch des nächsten Pfostens muß noch etwa 9 cm volles Holz bleiben.

Die sogenannten Andreaskreuze werden gewöhnlich des besseren Aussehens wegen angebracht, weil die einzelne Strebe die Symmetrie stört. Der Nutzen des Andreaskreuzes ist nicht groß.

Diese Eckstreben, welche doch nur zur Sicherung der Ecke dienen sollen, können durch unvernünftige Aufstellung geradezu eine Schwächung und ein Hinausdrängen derselben bewirken. Sie sollen deshalb stets vom oberen Rahmholz nach der unteren Schwelle gehen und zwar so, daß sie durch die Ausmauerung nicht abgedrückt werden können, stets wie in Fig. 125 bei e angegeben und nie wie die zweite punktierte Strebe des Andreaskreuzes; hierauf richte man auch sein Augenmerk bei Herstellung eines Andreaskreuzes, die punktierte Strebe ist nie als wirkliche Strebe auszubilden. Die Streben sind besser oben und unten mit Versatzung nach Fig. 95, Taf. 3, einzufügen.

Bei hohen Wandpfosten setzt man zur Sicherung der Standhaftigkeit dieser Pfosten auch kürzere Streben, welche vom Pfosten in die

Schwelle reichen. Derartige Ausbildungen geben namentlich den Renaissancebauten viel Reizvolles.

§ 36. Die Riegel.

Die Riegel c, c, Fig. 125, Taf. 4, werden in die Pfosten eingezapft und verbohrt. Hierbei beachte man jedoch, daß die Zapfenlöcher nicht durch den ganzen Pfosten getrieben werden, wie es vielfach zur Erleichterung der Arbeit, namentlich bei Maschinenbetrieb, geschieht.

Bei Gebäuden, wo es auf äußeres Ansehen nicht ankommt und deren Wände von schwachem Holze verbunden sind, ist es der Festigkeit wegen unbedingt notwendig, die Riegel zu verwechseln, das ist, in dem nebenstehenden Fache die Riegel höher oder tiefer, als in dem vorhergehenden zu legen. Die Riegel würden ganz wegfallen können, wenn das Material der Ausfüllung es zuließe, oder die Fächer vor jeder Erschütterung gesichert wären. Die Riegel bewirken indes eine gewisse Spannung auf das ganze Gebäude und haben daher sehr wesentlichen Nutzen, der für ihre Beibehaltung spricht.

Bei 2,5 bis 3 m müssen die Pfosten einmal, bei 3,75 m Höhe zweimal und bei 4,5 bis 5 m Höhe dreimal verriegelt werden.

Die Verriegelung ist im allgemeinen so anzubringen, daß das auszumauernde Fachwerkswandfeld nicht größer als 1 qm ist; danach kann man mit Leichtigkeit die Häufigkeit einer Verriegelung bestimmen.

Eine jedesmalige Verriegelung heißt eine Riegelbahn. Je nach ihrer Lage haben nun die Riegel verschiedene Bezeichnungen:

a) Die Fenster- und Thürriegel f, f, Fig. 125, macht man gewöhnlich etwas stärker als die Zwischenriegel, damit sie die über ihnen liegende Ausmauerung tragen können, sie werden bei weiten Oeffnungen nicht nur mit Zapfen, sondern auch mit einer Versatzung in die Thür- und Fensterpfosten eingelassen.

b) Die Brustriegel k, k, welche die Fenster nach unten begrenzen, macht man gern von Eichenholz, um sie länger gegen das Verfaulen zu schützen. Auf die zweckmäßige Befestigung des Fensterrahmholzes mit den Pfosten und dem Brustriegel ist sehr zu achten, damit die Zugluft und das Regenwasser nicht an den Seiten eindringen kann. In Fig. 131 ist das Simsbrett a mit einer Wassernase und aufrechtstehendem Ansatz versehen, in welchen der Futterrahmen b des Fensters eingreift, an den der Fensterflügel c anschlägt. Ständer und Brustriegel sind mit Brettern verkleidet.

Die Fenster in der Mitte der Wanddicke anzubringen, Fig. 132, Taf. 4, findet sehr häufige Anwendung. — Um das Eindringen des

Regenwassers an sämtlichen Fugen zu verhindern, ist das Simsbrett nebst dem Fuße der Pfosten und die Fensterfutterrahme bis unter den Fensterflügel mit Blech beschlagen.

Die Abmessungen der Riegel nach der Dicke der Wand ist gleich dieser, die Höhe kann aber, mit Ausnahme der Thür- und Fensterriegel, beschränkt werden, und dürfte mit 13 cm hinreichend sein, denn je höher sie sind, desto mehr trocknen und schwinden sie, und je undichter wird die Wand.

§ 37. Die Thor- und Thüröffnungen.

Damit bei Einfahrten bequem in den inneren Raum gefahren werden kann, so müssen die Schwellen in den Thoröffnungen, wenn sie nicht ganz in der Erde liegen sollen, herausgeschnitten, und eine andere sogenannte Radschwelle eingelegt werden. Dieses Herausschneiden und Hineinlegen der Radschwelle muß jedoch mit einer gewissen Sorgfalt geschehen. In Fig. 133 und 134, Taf. 4, geben wir zwei Arten dieser Schwellenvertiefung, von denen Fig. 133 die solidere und bessere ist. In dieser Figur ist das Rahmholz über der 2,50 m breiten Thoröffnung durch ein untergelegtes, mit Versatzung in die Thorpfosten eingreifendes, Holz b verstärkt und zwar mittels Verdübelung und Verbolzung.

Um dem Thorriegel die Last der Balken und der oberen Wand abzunehmen, kann man nach Fig. 134 ein Hängwerk unmittelbar über demselben anordnen, oder nach Fig. 135, Taf. 4, das Hängwerk über der Thoröffnung in der oberen Wand anbringen.

Die Thorpfosten müssen hinlänglich stark (20/20 bis 30/30 cm) genommen werden, weil auf diesen nun die ganze Last ruht. Die Radschwellen macht man meist aus Eichenholz.

Bei den Thüröffnungen läßt man meist die Schwelle durchgehen, wie in Fig. 125, oder man setzt ein besonderes Stück aus Eichenholz ein oder aber man unterbricht sie wie in Fig. 136, alsdann müssen die beiden Schwellenden durch unterhalb angebrachte Eisenschienen verbunden werden. Die Thürpfosten werden dann mit einer Versatzung in die Schwellenden eingesetzt.

§ 38. Die Fachwerkswände mit durchgehenden Hauptpfosten.

Bei einem zwei Geschoß hohen Gebäude befinden sich zwischen den Pfosten der unteren und der darüber stehenden Wand drei Langhölzer (Rähm, Balken und Saumschwelle), die senkrecht auf ihre Fasern zusammengedrückt werden, was eine nicht unbedeutende Senkung verursachen kann. Daher ist es besser, Hauptpfosten c, c, Fig. 138, Taf. 5,

ununterbrochen durch die ganze Höhe sämtlicher Wände laufen zu lassen. Die Hauptpfosten haben eine Stärke von 20/20 cm, die Zwischen- und Fensterpfosten d, d und die Wandriegel e, e werden aus 14/16 cm starkem Halbholze angefertigt.

Es werden hier aus dem Grunde schwächere Hölzer angewendet, weil stärkere Hölzer mehr schwinden und daher schädlich sind, und weil ferner dieselben in keiner Weise zur Festigkeit der Wand beitragen, indem ein Ausbeugen der Hölzer in der Richtung der Wand wegen des Füllgemäuers nie denkbar ist, senkrecht auf die Wandfläche nicht stattfinden wird, da in dieser Richtung die Dimensionen der Hölzer keine Veränderung erleiden, sondern im Gegenteil verstärkt werden.

Die 14/20 cm starken Rahmstücke f, f dienen zugleich als Schwellen für die darüberstehende Wand, sie werden mit den Hauptpfosten durch eiserne Bänder verbunden.

Fig. 138A zeigt einen Vertikalschnitt nach a b der Fig. 138; Fig. 138B eine Seitenansicht und Fig. 138C einen Horizontalschnitt, aus welchen Zeichnungen die Konstruktion deutlich hervorgeht.

§ 39. Die Fachwerkswände mit durchgehenden Doppelpfosten.

Die Konstruktion mit Doppelpfosten, Fig. 139A, B und C, Taf. 5, ist namentlich bei sehr hohen Wänden, z. B. von mehrgeschossigen großen Fachwerkshäusern, Kirchen, Türmen, Trockenhäusern, wie z. B. in Fig. 137 auf Tafel 4 dargestellt ist, zu empfehlen.

Die Hölzer der Hauptpfosten a stehen nach der Dicke der Wand doppelt und umfassen die Rähme b, b, mit welchen sie verbolzt werden und dadurch der Wand eine große Festigkeit geben.

Zu beiden Seiten des Doppelpfostens werden Balken c, c angeordnet, in denselben etwas eingelassen und mit ihm verbolzt. Die Doppelpfosten stellt man unmittelbar auf das Fundament(Granitsockel). Der Raum zwischen denselben wird auf die gewöhnliche Weise „ausgebunden". An den Ecken ergeben sich vierfache Pfosten, die dann einen soliden Eckpfeiler bilden.

Fig. 139A zeigt eine Ansicht.

Fig. 139B stellt den Grundriß und Fig. 139C die Verbindung der Schwellen mit einem Eckpfosten dar.

Statt die durchgehenden Pfosten hintereinander doppelt anzuordnen, kann man sie zweckmäßig auch nebeneinander stellen, wie dies in Fig. 140A und B gezeigt ist. Die Schwellen und Rahmhölzer werden dann mit Versatzung in die Doppelpfosten eingelassen und die Verbindungen durch Eisenbänder mit Schraubenbolzen gesichert. Im allge-

meinen verdient diese Anordnung den Vorzug. Die Pfosten sind so zu stellen, daß ein Deckenbalken immer durch sich hindurchreicht und mit ihnen verbolzt wird. Unter die Pfosten legt man Bohlenstücke aus Eichenholz. —

Fig. 140A zeigt die Ansicht und

Fig. 140B den Grundriß.

§ 40. Vorteile der Fachwerksgebäude.

Bedauerlicherweise ist der Fachwerksbau, der den mittelalterlichen Städten zur großen Zierde gereichte und namentlich in der Renaissancezeit eine hohe konstruktive wie künstlerische Ausbildung und Schönheit erlangte, mehr und mehr aus unseren modernen Städten herausgedrängt worden. Es werden da heute meist Anforderungen an Neubauten gestellt, welchen ein Fachwerksbau nicht genügen kann, und so kommt es, daß er sich mehr und mehr auf das Land (Villenkolonien ꝛc.) zurückgezogen hat. Viel Schuld an diesem Zurückdrängen des Fachwerksbaues haben konstruktiv falsch und unschön ausgeführte Bauten gehabt, man hatte verlernt, Holzbauten aufzuführen, und erst unsere Zeit hat es wieder verstanden, das Reizvolle der alten Fachwerksbauten aufzunehmen und durch sorgfältiges Studium derselben wirklich wieder konstruktiv richtige Fachwerksbauten herzustellen. Der Fachwerksbau hat entschieden nachfolgend aufgeführte Vorteile:

Beim Holzbau gewinnt man an innerem Raum, was gewöhnlich unbeachtet gelassen wird.

Der Holzbau ist trockener, als der Massivbau, er kann mindestens $^1/_2$ Jahr früher bewohnt werden. Die stärkere Kommunikation der äußeren mit der inneren Luft durch die dünneren Wände ist vorteilhaft für die Gesundheit, obgleich nicht zu leugnen, daß etwas mehr Brennmaterial erforderlich ist.

Da der Holzbau billiger als der Massivbau ist, so wird bei gewerblichen und landwirtschaftlichen Anlagen das Betriebskapital nicht so sehr geschwächt. Nur ein gültiger Grund für massive Gebäude im Vergleich zu hölzernen ist die größere Sicherheit gegen Feuersgefahr.

B. Die gesprengte Wand.

§ 41.

Eine innere Wand darf nie ohne genügende Unterstützung hohl stehen, d. h. ohne Unterstützung aus dem darunter befindlichen Stockwerk angebracht werden.

Es ist eine Hauptregel: Wand auf Wand zu stellen. Wenn daher *eine Wand in* einem oberen Stockwerke angebracht werden soll, wo dieser

Bedingung nicht genügt werden kann, so muß sie abgesprengt werden. Man bezweckt damit, daß sie ihre Last auf die gehörig unterstützten Enden des Balkens überträgt, der ihre Schwelle bildet und in der Mitte sich nicht senken kann. Steht sie quer über dem Balken, so muß sie eine besondere Schwelle erhalten, deren Enden ebenfalls sichere Unterlage haben.

Erhält eine solche Wand eine Thür, Fig. 141, Taf. 5, so muß diese möglichst in die Mitte verlegt werden.

Die gesprengte oder richtiger aufgehängte Wand erhält in diesem Falle zwei Hängsäulen a, a, welche zugleich die Thürpfosten bilden; sie erhalten eine größere Breite als die anderen Pfosten.

Der Riegel b über der Thür wird in die Pfosten mit Versatzung verzapft und macht den Spannriegel des doppelten Hängwerks. Ist keine Thür vorhanden, Fig. 142, Taf. 5, so genügt meistens eine Hängsäule a, welche in der Mitte der Wand angebracht und auf beiden Seiten von den in dieser mit Versatzung eingezapften Streben c, c gehalten wird, und wobei alsdann der Spannriegel b, Fig. 141, fortfällt. Die Ausmauerung einer solchen meist 12 cm starken Wand geschieht mittels Lochsteinen, Korksteinen oder Schwemmsteinen, oft auch wird sie wegen größerer Leichtigkeit auf beiden Seiten mit Brettern bekleidet, und es ist zur weiteren Verstärkung der Wand sehr zweckdienlich, wenn man die Bretter nicht nach horizontaler Richtung, sondern von beiden Seiten her in schräger Richtung, gleichlaufend mit den Streben an die Pfosten und übrigen Hölzer festnagelt.

Innerhalb einer Thür wird, sobald eine Schwelle erforderlich ist, diese ausgeschnitten, weil sie sonst eine zu hohe Steigung veranlassen würde. Soll der Vorsprung im Fußboden ganz vermieden werden, so bringe man eine Auffütterung an, und lege auf diese die Fußbodendielen.

Liegt die Thür in einer Sprengwerkswand am Ende, so kann die Absprengung nach Fig. 143, Taf. 5, geschehen.

Fig. 144, Taf. 5, zeigt eine Sprengwerkswand von 6,8 m Länge in Verbindung mit einem einfachen Gitterträger A. Die Hängsäulen a, a, a sind an diesen, den eigentlich tragenden Teil, mittels Hängeisen befestigt und so am Herabsinken verhindert, die Maße der einzelnen Hölzer sind aus der Figur zu entnehmen.

C. Die Bohlenwand.

§ 42a. Die Bohlenwand mit horizontal liegenden Füllhölzern.

Die Bohlenwand mit horizontal liegenden Bohlen (Füllhölzern), welche in Fig. 145A—C, Taf. 5, dargestellt ist, besteht aus der Schwelle a,

den Fenster- und Thürpfosten b, b, welche so weit auseinander gestellt werden, als es die Steifigkeit der zwischengeschobenen Bohlen gestattet, und aus dem Rahmstück c.

Die Pfosten werden etwa 3,5 cm tief und der Stärke der Bohlen entsprechend breit ausgenutet.

In diese Nuten werden dann die Bohlen d, d . . eingeschoben.

Bei Wohngebäuden findet diese Konstruktion selten Anwendung, wohl aber bei Schweineställen und bei Planken und leichten Spundwänden. Es stellen dar:

Fig. 145A die Ansicht.

Fig. 145B den Grundriß und

Fig. 145C einen Querschnitt.

§ 42b. Die Bohlenwand mit senkrecht stehenden Füllhölzern.

Eine solche ist in Fig. 146A im Aufriß und in Fig. 146B im Grundriß dargestellt. Dieselbe besteht aus den Pfosten a, a, der Schwelle c, einem Rähm b und senkrecht stehenden Bohlen d, d, welche durch Spundung miteinander verbunden sind. Diese Wand steht aber der im vorigen Paragraphen beschriebenen nach.

D. Die Blockwand.

§ 43.

Diese findet nur in sehr holzreichen Gegenden, namentlich in Rußland, Anwendung. Die teils rund gelassenen oder auf einer, meist auf drei, selten auf vier Seiten behauenen Hölzer werden stumpf aufeinander gesetzt, bis die erforderliche Wandhöhe erreicht ist. An den Ecken werden diese Hölzer meist überkämmt und zwar so, daß vor dem Kamm noch volles Holz stehen bleibt. Eine Verschiebung der aufeinander liegenden Hölzer wird durch Verdübelung bezw. Verdollung (vergl. Fig. 70 auf Taf. 2) verhütet. Die Fenster- und Thürpfosten erhalten seitlich Nuten, in welche die einzelnen Hölzer mit Zapfen eingreifen. Die Fugen werden durch Kalfaterung gedichtet und meist auch die inneren Wandflächen mit Brettern verschalt. Es ist klar, daß mit dem Austrocknen der Hölzer ein stetes Setzen des Gebäudes stattfindet, doch da dies gleichmäßig bei allen Wänden geschieht, ist es für die Standsicherheit des Gebäudes nicht nachteilig.

E. Die Spundwand.

§ 44.

Die Spundwand besteht aus dicht nebeneinander eingerammten Pfählen und dient hauptsächlich dazu, ein Bauwerk gegen Unterspülung zu schützen, weshalb sie möglichst dicht hergestellt werden muß.

Die Länge der Spundpfähle ist daher einerseits abhängig von der Beschaffenheit des Grundes, andererseits von der Tiefe, bis zu welcher ein Unterspülen des Bauwerks möglich ist.

Die Stärke der Spundpfähle richtet sich nach der Länge derselben, nach der Beschaffenheit des Bodens und nach dem Angriff des Wassers; sie beträgt zwischen 11 bis 21 cm.

Fig. 147, Taf. 5, zeigt eine Spundwand, bestehend aus stärkeren und schwächeren Pfählen, welche mit „Quadratspundung" ineinander greifen. Bei schwächeren Pfählen wendet man die halbe Spundung, Fig. 148, oder die keilförmige, Fig. 149, an.

Die Spundwand wird unten mit einer durchlaufenden Schneide versehen, Fig. 150.

Manche spitzen jeden Pfahl, wie er gegen den vorhergehenden getrieben werden soll, auf der entgegengesetzten Seite zu, doch ist dies zu verwerfen. Zuweilen erhalten die Spundpfähle eiserne Schuhe, Fig. 151, welche die Schneide in ihrer ganzen Länge bedecken. Weniger zu empfehlende Spundungen sind die schwalbenschwanzförmige und die hakenförmige, weil diese zu kompliziert und zerbrechlich sind.

Im Vorstehenden ist nur die Aneinanderfügung und Verbindung der Spundpfähle erwähnt; wir werden später, wenn von dem Pfahlrost die Rede sein wird, die Spundwände einer ausführlichen Erörterung unterziehen.

F. Die Bretterwände.

§ 45.

Fig. 152, Taf. 5, zeigt eine Bretterwand, welche bei Wohngebäuden oft Anwendung findet; hierbei sind die äußeren Seiten mit Bretterverschalungen versehen und die Zwischenräume mit Seegras, Stroh ꝛc. ausgefüllt.

Die Bretterscheidewand, Fig. 153, Taf. 5, besteht aus zwei in entgegengesetzter schräger Richtung aufeinander genagelten Bretterlagen. Oberhalb an der Decke und unterhalb an dem Fußboden lassen sich diese Wände an Leisten befestigen; die ausgeschnittenen Thüröffnungen erhalten eine Bretterumfassung.

Sechstes Kapitel.

Die Balkenlagen und Decken.

§ 46. Allgemeines.

Mehrere Balken in bestimmter Entfernung wagerecht nebeneinander gelegt, bilden eine Balkenlage. Bei Gebäuden, deren Grundform regelmäßig ist, also lauter rechte Winkel hat, ist der Entwurf zu den Balkenlagen nicht schwierig, zumal wenn der Baumeister bei den inneren Abteilungen des Gebäudes bereits Rücksicht auf eine, der Bestimmung des Baues angemessene Balkenweite in Bezug auf Wände, Feuerungen genommen hat. — Als Hauptregel beachte man, daß alle Balken, sowohl bei regel- als unregelmäßigen Grundgestalten der Gebäude, mit der Hauptfront derselben winkelrecht liegen müssen, und daß nur in unvermeidlichen Fällen Ausnahmen von der Regel stattfinden dürfen.

In einer Balkenlage unterscheidet man folgende Hölzer:

1. Bund- oder Wandbalken a, Fig. 154, Taf. 6, die einer darunter befindlichen Fachwerkswand gleichzeitig als Rähm (Pfette) dienen; oder sie können auch auf einer inneren Mauer b liegen, welche in dem oberen Stock nicht fortgesetzt wird.

2. Streich- oder Ortbalken c, c, die auf beiden Seiten einer massiven Wand anliegen.

Da ein Streichbalken nur die halbe Belastung eines anderen bekommt, so kann man ihn auch schmäler als die übrigen machen.

3. Giebelbalken d, d sind diejenigen Balken, welche unmittelbar an der Giebelmauer liegen; sie erhalten ebenfalls nur halbe Belastung und können daher auch schmäler als die übrigen Deckenbalken gemacht werden.

4. Binderbalken, auf denen die Dachstühle angebracht werden.

5. Wechsel (Trumpfbalken) e, e. Dieselben ruhen entweder mit ihren beiden Enden in Balken, indem sie in diese mit Brustzapfen eingezapft werden, oder sie ruhen mit ihrem einen Ende auf einer vollen Mauer, und mit ihrem anderen Ende sind sie in Balken eingezapft.

6. Stichbalken f, f, welche mit ihrem einen Ende auf einer vollen Wand ruhen, mit dem anderen Ende aber in einen Balken oder Wechsel eingezapft sind.

7. Gratstichbalken g, g, Fig. 156 bis 159, Taf. 6. Diese kommen nur bei Dachbalkenlagen vor, und liegen nach einer diagonalen Richtung des Gebäudes auf einer Ecke desselben.

8. Mauerlatten m, m, Fig. 154, welche als Auflager für die Balken dienen.

9. Unterzüge l, z, Fig. 156 und 157 und Fig. 160. Dies sind starke Hölzer, welche unter den Deckbalken liegen, und diese zwischen ihren Enden unterstützen.

10. Die Träger liegen unmittelbar über den Balken und letztere werden mit Schraubenbolzen an dieselben angehängt.

§ 47. Anordnung der Balkenlagen in Wohngebäuden.

Bei Gebäuden, deren Grundform regelmäßig ist, Fig. 154 und 155, Taf. 6, wird an der inneren Seite eines jeden Giebels ein Balken d angeordnet.

Bei Fachwerksgebäuden liegt ein solcher Balken unmittelbar auf der Giebelwand und bildet für die darunter befindliche Wand das Rähm, und für die darüber aufzuführende Wand die Schwelle, Fig. 125, Taf. 4.

Ferner werden auf alle Fachwerkswände, die mit den Balken parallel laufen, Balken a gelegt, die dann jenen Wänden als Rähmen dienen, und auf solche mit den Balken parallel laufende massive Scheidemauern, die nicht ins Stockwerk darüber geführt werden, Balken b gelegt.

Soll dagegen eine solche massive Scheidemauer durch mehrere Stockwerke durchgeführt werden, so müssen zu beiden Seiten derselben Balken c, c gelegt werden, um sowohl die Fußböden, als auch die Deckenschalung befestigen zu können.

In Gebäuden, wo verschalte Decken gemacht werden, ist es besser, auch an massive Mauern, welche in den anderen Stockwerken nicht fortgesetzt werden, Streichbalken zu legen, weil für die Deckenschalung kein Anhalten ist, wenn der Balken auf der Mitte der Scheidemauer liegt. Es können bei letzterer Anordnung zwar Latten an den Balken genagelt und die Schalbretter zwischen diese und die Mauer befestigt werden, allein dann muß die Decke vor dem Einschube angeschlagen und die Latten müssen scharf auf die Bretter heruntergedrückt und alsdann genagelt werden.

Ein anderes ist es, wenn die Balken unten nicht verschalt, sondern die Fächer ausgestakt und mit den Balken unten gerade ausgelehmt werden: dann ist das Verfahren, den Balken auf die Scheidemauer zu legen, allerdings das bessere.

Nachdem die Lage dieser Balken bestimmt ist, untersucht man weiter, ob Treppen und Schornsteine im Gebäude der willkürlichen Ein-

teilung und Lage der übrigen Balken hinderlich sind. Ist dies nicht der Fall, so teilt man sie über die offenen Räume in 0,75 bis 1 m weite Entfernungen von Mitte zu Mitte ein, je nachdem teils die Bestimmung des Gebäudes, Belastung, freiliegende Länge der Balken oder die Stärke der Bedielung eine engere Lage erheischt oder eine weitere gestattet.

In Wohngebäuden wird die Balkenweite gewöhnlich 0,9 bis 1 m von Mitte zu Mitte angenommen; in Gebäuden dagegen, deren Böden sehr schwer belastet werden, wie dies namentlich in Packhäusern und Speichern der Fall ist, darf die Balkenweite nur 0,6 bis 0,9 m betragen.

Die „Auswechselungen" in einer Balkenlage können durch mehrfache Umstände nötig werden, als z. B. durch Treppenanlagen, Schornsteine ꝛc.; ferner aber können Auswechselungen angewendet werden, wenn man nicht soviel langes Holz hat, als zu einer Balkenlage mit durchgehenden Balken erforderlich ist.

In Fig. 154 und 155, Taf. 6, kommen bei einer Treppe und bei Feuerungen Auswechselungen vor. — Der Treppenwechsel e wird soweit zurückgelegt, daß sich der obere Treppenarm dagegen lehnt.

Das Auswechseln oder Vertrumpfen der Balken muß, soviel nur immer möglich, vermieden und beim Entwurfe eines Gebäudes besonders beachtet werden.

Die Auswechselungen bei Schornsteinen kommen zwar sehr häufig vor, könnten jedoch in manchen Fällen füglich ganz vermieden werden, und zwar dadurch, daß man nicht immer mit so großer Aengstlichkeit auf eine durchaus gleiche Balkeneinteilung bestände.

Kann die Auswechselung nicht vermieden werden, so muß sie dergestalt eingerichtet werden, daß zwischen dem Holz und dem Schornsteingemäuer mindestens 8 cm Zwischenraum bleibt.

Bei den Balkenlagen der Stockwerke ist es nicht durchaus notwendig, daß die Balken nach der Tiefe des Gebäudes gelegt werden, noch daß sie allemal die ganze Länge desselben haben, sie können vielmehr, wo sie auf Querwänden liegen, gestoßen werden.

Bei Einteilung der Dachbalken wird man vor allen Dingen Rücksicht auf die Dachbinder nehmen. Solche ordnet man meist alle 3—5 m an und nennt den zu einem Dachbinder gehörigen Dachbalken „Binderbalken". Ein Binderbalken muß durchgehen, darf also nicht gestoßen sein und muß für gewöhnliche Fälle gute Unterstützung haben. Zwischen die Binderbalken legt man dann die übrigen Balken der Dachbalkenlage. *Da die Einteilung* der Dachbalken auch die Stellung der Sparren be-

stimmt, so muß man sich ferner nach der Last der Bedeckung und den darüber gemachten Erfahrungen richten, welche für die

Schieferbedachung . . .	1,00—1,20 m
einfache Ziegelbedeckung .	0,80—1,0 m
doppelte Bedeckung . . .	0,70—0,90 m
Stroh- oder Rohrdächer .	1,30—1,50 m
Metalldach	1,0 —1,25 m
Pappdach	1,20 m
Holzzementdach	0,80—1,0 m

Auseinanderstellung der Sparren zuläßt.

Bei einem Walmdache muß insbesondere die genaue Lage zweier Dachbalken bestimmt werden, und zwar derjenigen, auf welchen dasjenige Dachgebinde oder diejenigen beiden Sparren stehen, an welche die Walme anfallen.

Die Anfallspunkte a, a, Fig. 156, 157, liegen in der Firstlinie des Daches, und da man gewöhnlich den Walmseiten dieselbe Neigung gibt, wie den Dachlangseiten, so ist die Entfernung des Anfallspunktes von den Trauflinien der Walmseiten gleich der der Firstlinie von der Trauflinie der Langseiten, nämlich a c = a m, Fig. 156 und 157.

Durch die Anfallspunkte sind auch die Anfallsgebinde c d und e f bestimmt; indem der Anfallspunkt a immer an der der Walmseite zugekehrten Fläche des Anfallsgebindes liegt.

Um die Stichbalken s, s, Fig. 156 und 157, für die Sparren der Walmfläche anbringen zu können, läßt man die Giebelbalken fehlen, und werden dann die Stichbalken winkelrecht in den zunächst liegenden Balken eingezapft. Die Zimmerleute verbinden die Stichbalken meist nur mit einem gewöhnlichen Zapfen, was aber bei einem starken Sparrenschube als eine ganz verwerfliche Anordnung betrachtet werden muß. Die Sparren schieben nämlich, indem das wenige Vorholz am Zapfen ausreißt, die Stiche heraus und man ist alsdann genötigt, jeden Stichbalken mit einer Spitzklammer mit dem Balken zusammenzufügen. Die Stichbalken sollten daher allemal mit einem schwalbenschwanzförmigen Zapfen nach Fig. 48, Taf. 2, mit den Balken verbunden werden.

Die auf den Ecken des Gebäudes erforderlichen Gratstiche g, g, Fig. 156 und 157, werden in der Richtung gegen den Anfallspunkt a zu auf die Ecken des Gebäudes gelegt und ebenfalls mit schwalbenschwanzförmigen Zapfen in den zunächst liegenden Hauptbalken eingezapft. Die Gratstichbalken sucht man gegen den Horizontalschub der Sparren noch dadurch zu sichern, daß man 5 bis 7 cm starke Bohlen

auf die Gratſtichbalken legt, noch über 2 bis 3 Balken hinwegführt und mit dieſen durch ſtarke eiſerne Nägel verbindet.

In dieſen Dielen werden die Gratſparren verzapft, ſo daß die Zapfen nach Fig. 161 noch um etwas in die Gratſtichbalken eingreifen.

Fig. 158 und 159, Taf. 6, zeigen, wie die Dispoſition der Balkenlagen bei ſchiefwinkeligen Grundformen zu treffen iſt.

In Beziehung auf die Balkenlagen der Stockwerke werden die Giebel-, Bund- und Streichbalken wie bei rechtwinkeligen Grundfiguren beſtimmt.

Daſſelbe geſchieht bei der Dachbalkenlage, nur iſt hier auf die Stellung der Sparren gehörig Rückſicht zu nehmen, welche eine auf die Frontmauern ſenkrechte Richtung bedingen.

Wenn, wie in Fig. 156 und 157, zwei einander gegenüberliegende Frontmauern nicht parallel ſind, ſo werden die durchgehenden Balken ſenkrecht zur Vorderfront gelegt, und auf der hinteren Seite ſtehen alsdann die Sparren ſchief zur Frontmauer.

§ 48. Balkenlage aus Hölzern verſchiedener Stärke.

Da ſich die Tragfähigkeit zweier gleich langer Balken zu einander verhält wie das Produkt aus der Breite mit dem Quadrat der Höhe, ſo wird danach ein auf die Hochkante geſtellter Balken von geringerer Breite, aber größerer Höhe, bei gleich großer Querſchnittsfläche eine größere Tragfähigkeit haben, als ein Balken von größerer Breite, aber geringerer Höhe. Nehmen wir einen Balken von 24 cm Breite und 27 cm Höhe, deſſen Querſchnittsfläche 648 qcm iſt, und einen zweiten Balken von gleich großem Querſchnitte, deſſen Breite nur 16 cm, die Höhe aber 40,5 cm beträgt, ſo wird ſich die Tragfähigkeit beider Balken zu einander verhalten wie $24 \cdot 27^2 : 16 \cdot 40{,}5^2 = 1 : 1{,}5$; oder mit anderen Worten: der hohe Balken trägt die Hälfte der Laſt mehr, als der niedrige. Die geſchnittenen hochkantigen Hölzer verdienen daher in der Anwendung zu Balkenlagen den Vorzug, wie folgendes Beiſpiel noch näher nachweiſen wird.

Es möge die Ueberdeckung eines Raumes von 6 m Breite bei 12 m Länge, Fig. 160, Taf. 6, angenommen werden.

Es würden 17 Balken, nach der Breite gelegt, erforderlich ſein, wenn die Balken 0,75 m von Mitte zu Mitte entfernt liegen, und die Querſchnittdimenſionen dieſer Balken müßten bei gewöhnlicher Belaſtung 21 cm und 27 cm betragen.

Nehmen wir nun an, daß 6 Unterzüge z, z . . auf die hohe Kante gestellt und nach der Breite in gleicher Entfernung voneinander gelegt, die gleiche Last tragen sollen, so werden die Unterzüge bei einer Breite von 24 cm eine Höhe von 43 cm erhalten müssen.

Werden nun über die Unterzüge auf die Hochkante gestellte Bohlen b, b . . von 5,3 cm Breite und 13,3 cm Höhe gestreckt, so sind dazu 9 Bohlen erforderlich. Der kubische Inhalt der Balkenlage von 21/27 cm starken Hölzern beträgt 6,33 cbm, wenn die Balken 27 cm an jedem Ende aufliegen; der kubische Inhalt der aus hochkantig geschnittenen Hölzern gebildeten Decke beträgt nur 4,72 cbm, so daß also die Balkenlage von gleich starken Hölzern $1^1/_3$ mal soviel an Holzmasse enthält. Die Decke aus Unterzügen und Bohlen hat aber auch weniger eigene Schwere als die aus Ganzhölzern konstruierte Decke und vermag also bei im ganzen gleicher Tragfähigkeit eine größere Nutzlast aufzunehmen.

Weniger ist die englische Deckenbildung zu empfehlen, bei der Hauptunterzüge gelegt, und in diese schwächere Balken vertrumpft, oder als Wechsel mit Brustzapfen eingelegt, und darüber leichte Kreuzhölzer oder Bohlen in geringer Entfernung gestreckt werden. — Die Decke aus Unterzügen und Bohlen, Fig. 160, empfiehlt sich nur dann, wenn die zu erwartende Deckenbelastung eine möglichst gleichmäßig verteilte ist. Anderenfalls kann der Fall eintreten, daß die Last für den einzelnen Unterzug eine übermäßige ist.

Solche Belastungen sind z. B. zu erwarten in Magazinen, in Räumen für gewerbliche Zwecke, auf Tanzböden ꝛc.

Bei Balkenlagen, über welchen starke Erschütterungen zu erwarten sind, verwendet man zur Isolierung dieser Erschütterungen von der Decke des unteren Raumes zwei Balkenlagen nach Fig. 162, Taf. 6, unabhängig voneinander. Die Anordnung ist dann besonders anzuraten, wenn die Decke mit Ornamenten aus Gips verziert wird.

Die Balken c, c, welche nur die Decke zu tragen haben, können schwächer genommen werden, als die Balken a, a, welche zum Tragen des Fußbodens bestimmt sind.

§ 49. Das Auflager der Balken.

Bei Fachwerksgebäuden liegen die Balken auf den Wandrähmen und werden auf diese aufgekämmt. Der Kamm kommt auf die innere Seite des Rahmen. In heutiger Zeit werden die Balken der Stockwerke, entgegen aller Konstruktion, gewöhnlich bündig mit der Außen-

fläche der Wand abgeschnitten, wodurch die Balken nur ein geringes Auflager erhalten; man sollte eine so fehlerhafte Anordnung niemals treffen.

Die ältere Methode, die Balkenköpfe jedes Stockwerks über die lotrechte Wand des unteren mehr oder weniger herausragen zu lassen, Fig. 163, ist für die Tragkraft und längere Dauer der Balken nutzbringend und auch die Verankerung der Umfangswände vollkommener. Bei den Dachbalken findet gewöhnlich, schon wegen der Bildung eines hölzernen Hauptgesimses, ein Ueberragen der Balken statt. Bei massiven Gebäuden liegen die Dachbalken zunächst auf sogenannten Mauerlatten, mit welchen sie verkämmt werden. Das Holz zu den Mauerlatten muß dauerhaft sein, daher von ausgewachsenen Eichenstämmen geschnitten werden.

Beim Stoßen der Mauerlatten bedient man sich des geraden Blattes und muß man darauf sehen, daß dieses Stoßen nicht über schwachen Fenster- und Thürbögen geschieht.

Bei einer zweckmäßigen Bauart im Massivbaue sollten die Mauern zur Auflage der Balken von Stockwerk zu Stockwerk innerlich mindestens einen Absatz von $^1/_2$ Steinlänge (= 12 bis 13 cm) haben, weil ein in der Mauer steckender Balken jede Erschütterung der Mauer mitteilt und Risse und Baufälligkeiten verursacht, der leichteren Fäulnis nicht zu gedenken. Da nun aber die unbedingte Ausübung dieses Grundsatzes den Mauern eine oft unnötige Stärke geben würde, so muß dieser Vorteil für eine allgemeine Anwendung freilich leider aufgegeben werden. Sind die Balken in die Mauer vermauert, so hat der Zimmermann darauf zu achten, daß die Köpfe nicht in Kalk vermauert, sondern mit trockenen Ziegeln ohne Kalk oder mit Lehm umlegt werden.

Ruht die Mauerlatte m, Fig. 164, Taf. 6, auf einem Mauerabsatze, so läßt man die Balken noch über die Mauerlatten hinaus in das Innere der Mauer reichen, damit die Balken beim Verfaulen der Mauerlatten noch ein Auflager behalten, und um durch dieselben eine wirksamere Verankerung der Mauern zu erlangen. Hat die Mauer keinen Absatz, so ist es besser, die Mauerlatte nicht mit der inneren Seite der Mauer bündig zu legen, sondern etwas zurück.

Bei dem baldigen Verfaulen der Mauerlatten würde bei der ersten Anordnung dem Balken die hinreichende Unterstützung fehlen, indem der durch das Verfaulen der Latte hohl gewordene Raum die Balken sinken ließe.

Um das baldige Verfaulen der eingemauerten Balkenköpfe und die Nachteile, welche durch das Verfaulen der Mauerlatten entstehen, zu

verhüten, lege man die Balken unmittelbar auf die Mauer und spare für jeden Balkenkopf eine kleine Nische in dem Mauerwerke nach Fig. 165, Taf. 6, aus, so daß er 3 bis 5 cm von den Steinen entfernt bleibt. Der um den Balken befindliche Luftraum steht durch eine kleine Blechröhre a b mit der äußeren Luft in Verbindung, wodurch das Holz gegen Fäulnis sehr geschützt wird. Unter jedem Balkenkopf liegt am besten eine recht trockene Sandsteinplatte von 6 bis 8 cm Stärke. Auf diese Weise eingemauerte Balken (ohne Mauerlatte) erlauben eine Erneuerung ohne Beschädigung der Mauer, auch wird der Verband in der letzteren weniger gestört.

Das Einmauern der Balkenköpfe ist bei den Holzbalkendecken überhaupt der wunde Punkt; da durch ein sinnwidriges Einmauern die Fäulnis in das Gebäude hineingetragen werden kann. Stets ist darauf zu achten, daß der Balken „atmen" kann, daß also das Hirnende von Luft umspült wird. Zur Erreichung dieses Vorteils hat man besondere Balkenschuhe aus Thon gebrannt, aber eine so komplizierte Ausbildung der Balkeneinmauerung ist gar nicht nötig. Sehr vorteilhaft und für Verblendbauten passend ist nachfolgend beschriebene Einmauerung der Balkenköpfe, Fig. 166.

Vom Kopfende des Balkens bleibt alles Mauerwerk 4 bis 5 cm entfernt, die ersten Ziegelschichten, welche auf die Auflagerschicht des Balkens folgen, werden trocken dicht an den Balken angestoßen, während die zweiten Schichten 4 cm auf beiden Seiten entfernt bleiben, so daß diese Kanäle in Verbindung mit dem Hohlraum vor dem Balkenkopf kommen; ferner lassen die über den Balken kommenden ersten Mauerschichten mitten über dem Balken wieder für die ganze Länge des Kopfes plus dem Abstand des Mauerwerkes vor dem Stirnende einen 4 cm breiten Zwischenraum. Auf diese Weise ist die Luft in dem Hohlraum der Decke (bei halbem Windelboden) mit der Luft des Raumes über der Decke in Verbindung gebracht und es wird eine energische Ventilation des Balkenkopfes stattfinden, da meist die entsprechenden Temperaturen verschieden sein werden.

Auf den Mittelmauern wird man die Mauerlatte unbedingt immer fortlassen können, denn kommen große Oeffnungen mit schwachen Bögen vor und sollte deshalb eine Mauerlatte nötig erachtet werden, so tritt sie eigentlich nicht als solche, sondern als Unterzug auf. Bei der Dachbalkenlage ordnet man immer Mauerlatten an, damit die Last des Daches gleichmäßiger auf die Mauer verteilt wird. Der Zimmermann kann ferner auf dem Zimmerplatze die Dachbalken bequem einteilen und

die Stelle derselben durch die Kämme genauer bestimmen, als auf einer nur eben abgeglichenen Mauer.

§ 50. Die hölzernen Hauptgesimse.

Außer seinem architektonischen Zweck soll das Hauptgesims der unter ihm liegenden Fläche Schutz gewähren und das vom Dach herabfließende Wasser in gewisser Entfernung von der Gebäudefläche abtropfen lassen oder in einer Rinne sammeln und abführen.

Die Form eines Gesimses ist abhängig von dem Material, aus welchem es gebildet werden soll; demzufolge muß das Holzgesims eine andere Form zeigen, als das von Stein. Leider wird dieser Grundsatz wenig befolgt, sondern die Steingesimsformen werden meistens in Holz nachzuahmen gesucht, wie die Fig. 167 bis 170 zeigen.

Die Fig. 171 zeigt ein massives Hauptgesims mit Hängeplatte aus Hausteinen, welche die darüber liegenden Ziegelschichten unterstützen. Die Rinne liegt auf dem mit Zinkblech abgedeckten Gesimse.

Die Ausladung der Holzgesimse wird am einfachsten dadurch erreicht, daß man die nach passenden Formen ausgeschnittenen Dachsparren, Fig. 172, Taf. 6 überhängen läßt. Bei bedeutender Ausladung kann man die vortretenden Sparren durch geschnitzte und bemalte Kopfbüge unterstützen. Eine sehr stattliche Gesimsbildung ist in Fig. 173, Taf. 6, dargestellt*). Die Gesimsausladung wird hergestellt durch die an den Dachbindern vorkommenden und über die Mauerflucht verlängerten Zangen; diese sind in Wechsel eingelassen und zur Aufnahme der übrigen Stichbalken, unter denen Konsole von entsprechender Größe angebracht werden.

Fig. 174 zeigt ein Hauptgesims, bei welchem die verlängerten Dachbalken in ein profiliertes Gesimsholz a eingezapft sind. Bei einem Walmdach läßt man an den Walmseiten Stichbalken vortreten. Mittels der Wechsel b lassen sich nun leicht quadratische Kassetten anordnen.

Eine einfache Konstruktion des Gesimses zeigt Fig. 175, Taf. 6, bei welcher die Sparren durch ein Gesimsholz a verbunden und abgegrenzt sind, wodurch Kassetten in schiefer Lage entstehen.

Fig. 176, Taf. 6 und Fig. 179 bis 181, Taf. 7, sind Pfettenbretter mit Giebelblumen und Eckverzierungen dargestellt**). Bei einem

*) Breymanns Baukonstruktionslehre. 5. Auflage.

**) Entnommen aus dem Werke: Max Graef, Der dekorative Holzbau für Zimmerer, Bautischler und Baubeflissene. Leipzig, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

mehrstöckigen Gebäude aus Fachwerk führt man gern die vortretenden Balkenköpfe um das Gebäude herum, indem man Stichbalken anbringt. Die Fig. 182 bis 184, Taf. 7, zeigen Balken mit ihren Profilen, Fig. 184 mit Konsolchen a, a besetzt.

§ 51. Die Verankerung durch die Balken.

Die Verankerung der Mauern mit der Balkenlage geschieht dadurch, daß die Mauern mittels eiserner Anker mit einzelnen Balken verbunden werden.

Zu den Ankerbalken dürfen keine Stichbalken oder Wechsel genommen werden, sondern es müssen diejenigen Balken, woran die Anker angebracht werden sollen, solche sein, welche durch die ganze Tiefe des Gebäudes reichen.

Sollen die Giebelmauern mit der Balkenlage verankert werden, so reichen die Anker über mehrere Balken und werden an diese dann durch Nägel und Krampen befestigt.

Bei Gebäuden, die von vielen Lang- und Querscheidemauern durchschnitten sind, ist eine Verankerung nicht erforderlich, dagegen ist dieselbe unbedingt nötig bei allen Gebäuden mit großen freien Räumen, wie Kirchen, Tanzsälen, Scheunen, Magazinen 2c.

An welcher Stelle eine Ankerung nötig ist, ist immer schwer zu bestimmen; gewöhnlich nimmt man aber zwischen jedem Fenster, also auf jedem Fensterpfeiler einen Anker an. Kommen Unterzüge oder Träger vor, so werden die Giebelmauern mit diesen verankert. Im Dachraum wählt man die Binderbalken zur Verankerung der Mauern.

Die Anker erhalten eine Länge von 1,2 bis 1,5 m, eine Stärke von 1 bis 1,5 cm und eine Breite von 4 bis 6 cm. Am vorderen Ende sind sie mit einer starken Oese versehen, durch welche ein 0,6 bis 0,75 m langer Ankersplint gesteckt wird; am hinteren Ende sind sie etwa $1^1/_2$ cm aufgebogen, und der Länge nach mit mehreren Nagellöchern versehen. Dieses hintere Ende wird nach Fig. 177 und 178, Taf. 6, meist an die Seite des Balkens mit starken eisernen Nägeln und einer Krampe festgenagelt.

§ 52. Unterstützung der Balken durch Unterzüge.

Ein Unterzug geht entweder nur durch einzelne Teile eines Gebäudes und besteht dann entweder aus einem starken Bauholz, welches nach Beschaffenheit der Umstände quer durch die Mitte oder in dem am meisten belasteten Punkte unter einer Reihe von Balken dergestalt durchzogen wird, daß es, mit beiden Enden auf der Mauer liegend,

dieſe Balken tragen hilft und unterſtützt, oder der Unterzug geht durch ein ganzes Gebäude zur Unterſtützung ſämtlicher Balken als ein aus mehreren Bauholzſtücken zuſammengeſetztes Rahmenſtück, worauf die Balken aufgekämmt ſind.

Man unterſtützt die Unterzüge gewöhnlich bei dem vierten bis fünften Balken und alſo ungefähr alle 3,5 bis 4,5 m durch hölzerne Pfoſten, an welchen noch zur beſonderen Unterſtützung der Unterzüge die Stützbänder oder Kopfbänder a, a, Fig. 185, Taf. 7, angebracht ſind.

Iſt man genötigt, die Unterſtützungspfoſten in größeren Entfernungen voneinander zu ſtellen, ſo müſſen nach Fig. 186, Taf. 7, noch beſondere Unterlagen (Sattelhölzer) b unter die Unterzüge gebracht werden.

Wo außergewöhnliche Belaſtung oder Seitenſchub ſtattfindet, kann man die Sattelhölzer mit den Unterzügen verzahnen wie in Fig. 186 oder verdübeln wie in Fig. 187.

Das Sattelholz wird nur dadurch wirkſam, daß man annehmen kann, die eine Hälfte desſelben werde ſich unter einer Laſt nicht hinabbiegen, ohne daß die andere Hälfte aufwärts gebogen werde, ſo daß in b, Fig. 186, eine horizontale Drehachſe entſtände. Hieraus folgt, daß Sattelhölzer an den Enden der Balken angebracht, Fig. 187, nicht unterſtützen, denn denkt man ſich die Bolzen a, a fort, ſo wird auch das Satteldach b herabfallen.

Die Kopfbänder werden gewöhnlich unter einem Winkel von 45° und mit Verſatzung oben und unten angebracht.

Ganz überflüſſig ſind die Bänder an den Stirnſeiten der Pfoſten unter den darauf ruhenden Balken, wenn ſie in der Abſicht zu tragen angebracht ſind, wo ſie nur diejenigen Balken, welche auf einer Unterzugsſäule liegen, Unterſtützung gewähren, während die übrigen Balken frei liegen. Daß man aber dieſe Holzverſchwendung oft genug findet, iſt gewiß kein Beweis ihrer Richtigkeit.

Können die Unterzüge ihrer erforderlichen Länge wegen nicht aus einem Stück ſein, ſo müſſen ſie geſtoßen werden, das Stoßen derſelben muß allemal über einem Unterzugspfoſten geſchehen, und die Stöße dürfen einander nie gegenüber liegen. Man bedient ſich hierzu verſchiedener Verbindungsarten, läßt ſie auch wohl ſtumpf zuſammenſtoßen; in jedem Falle müſſen ſie aber mit eiſernen Klammern verſehen werden. Unſere Zimmerleute brauchen gewöhnlich nur den ſchrägen Hakenkamm, Fig. 23, Taf. 1. Sollen die Unterzüge ihren Zweck vollkommen erreichen, ſo iſt auf die vorzüglichſte und ſolideſte Gründung der Unter-

zugspfosten ganz besonders zu achten, damit die Senkung derselben eine möglichst geringe sei.

Zu dieser Gründung sind große Bruchsteine am zweckmäßigsten, weil sie mit ihren breiten Lagerflächen weniger in den Erdboden eindrücken. Auf festen Grund muß man aber immer gehen und dann können auch von gut gebrannten Ziegeln gemauerte Pfeiler dem Zweck entsprechen, wenn man nur zu ihrem Oberlager einen breiten Stein haben kann, damit die belastete Säule sich nicht einsenke, indem sie die kleinen Mauerteile — die Ziegel — auseinanderdrückt.

In Ställen, wo viel Feuchtigkeit ist, thut man wohl, mit diesen Pfeilern, oder, wenn man es haben kann, auch mit einem Sandsteinpfeiler 0,3 m hoch über den Fußboden des Stalles zu gehen. In Schafställen z. B., wo der Dünger lange liegen bleibt, muß die Höhe 1 bis 1,2 m betragen. An einigen Orten, wo große Steine nicht zu haben sind, stellt man die Pfosten auf Kreuzschwellen, welche den Druck auf die Pfeiler verteilen.

Sind Unterzüge mit Unterzugspfosten in mehreren Stockwerken übereinander anzuordnen, so entsteht, nach Fig. 186 ausgeführt, die Unannehmlichkeit, daß die Pfosten der höheren Stockwerke auf dem Längenholze des Unterzugs aufstehen und das Schwinden des letzteren durch Druck noch vermehren helfen, so daß die Summe der hierdurch entstehenden Senkungen bei dem obersten Unterzuge bedeutend und dadurch gefährlich werden kann*).

Es ist daher in solchen Fällen und namentlich bei starker Belastung, wie in Speichern ꝛc., besser, sich der in Fig. 188 und 189, Taf. 7, dargestellten Konstruktion mit Doppelpfosten a, a zu bedienen, wobei die letzteren den Unterzug b umfassen, und das Schwinden der Langhölzer keinen nachteiligen Einfluß auf sie ausüben kann.

§ 53. Unterstützung der Balken durch Träger.

Unterzüge und Träger haben einerlei Zweck und im Grund auch einerlei Bedeutung; indessen unterscheidet die Baukunst die Träger von den Unterzügen dadurch, daß die Träger unmittelbar über den Balken liegen, so daß letztere mit Schraubenbolzen an dieselben aufgehängt sind, Fig. 190, Taf. 7.

*) Der Unterzug der Dachbalkenlage eines 4 Geschoß hohen Lagerhauses in Hamburg hatte sich durch das Schwinden und Zusammendrücken der unteren Langhölzer in der Mitte circa 10 cm gesenkt.

Sie kommen über Räumen solcher Tiefe vor, wo einfache Balken sich nicht mehr frei tragen können, und ruhen bei massiven Gebäuden mit beiden Enden auf den Mauern, bei hölzernen Gebäuden aber auf den Wandrahmen.

Ihre Länge darf nicht größer als 5,0 bis 6,5 m ohne Unterstützung durch Hängwerk sein.

Balken von 7,5 bis 10 m müssen einmal, über 10 bis 15 m zweimal ꝛc. verträgert werden. Wird die Länge des Trägers größer als 5,0 bis 6,5 m, so müssen entweder zu seiner Unterstützung Hängwerke angeordnet werden, oder wenn diese nicht zulässig sind, muß zu künstlichen Verstärkungen geschritten werden. Fig. 191 bis 193, Taf. 7, sind Formen für Pfostenstreben, beziehungsweise verzierten Kopfbändern. Alle sind an der unteren Seite ausgesägt. Fig. 194, Taf. 7 und Fig. 195 und 196, Taf. 8, zeigen hölzerne Stützenbildungen, die einer Erläuterung nicht bedürfen.

§ 54. Beanspruchungen des Holzbalkens auf seine Festigkeit.

Im Bau, d. h. innerhalb der Konstruktion, kann ein Holzbalken in verschiedener Weise beansprucht werden:

1. Auf Zug, z. B. die Hängsäulen bei einem Hängwerke; es kommt also seine Zugfestigkeit in Betracht.

2. Auf Druck, z. B. bei den Säulen oder Pfosten eines stehenden Dachstuhls, bei den Pfosten einer Fachwerkswand u. s. w., es kommt seine Druckfestigkeit in Betracht. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß bei langen Stützen die Gefahr des Zerknickens zu beachten ist, weshalb man bei langen Stützen ihre Festigkeit auf Zerknickung beanspruchen muß.

3. Auf Biegung, z. B. bei Unterzügen, es kommt die Biegungsfestigkeit in Betracht.

4. Auf Abscheerung, z. B. bei den Versatzungen der Hängstreben, hier kommt die Festigkeit gegen Abscheerung in Betracht.

§ 55. Die Beanspruchung des Holzbalkens auf Zug.

Wenn man an die Hängsäule c des Hängwerks den Hängwerksbalken a anhängt, vergl. Fig. 93, Taf. 3, so wird diese Hängsäule auf ihre Zugfestigkeit beansprucht. Wäre sie elastisch, so würde sie durch die Last des Hängewerksbalkens in die Länge gezogen — verlängert — werden und endlich abreißen. Die Zugfestigkeit bedeutet also den Widerstand des Holzes gegen Abreißen und die Beanspruchung eines Holzes

auf Zugfestigkeit erfolgt stets parallel den Holzfasern. Sie beträgt für 1 qcm Querschnitt:

für Eichenholz 950 kg,
für Fichte und Tanne 800 kg,
für Lärche, Kiefer und Esche 1000 kg,
für Buche 900 kg.

In der Praxis darf man jedoch mit der Beanspruchung des Holzes nicht so weit gehen, allgemein darf 1 qcm Querschnitt nur beansprucht werden:

bei Eichenholz mit 100 kg,
bei Tannenholz mit 60 kg,
bei Lärche, Kiefer und Eschenholz mit 100 kg,
bei Buchenholz mit 100 kg.

Beispiel. Die Säule c (Fig. 93) sei durch eine Belastung $Q = 30000$ kg beansprucht, so findet man den nötigen Querschnitt der Hängsäule aus der Formel

$$F = \frac{Q}{S},$$

d. h. der Querschnitt ist gleich der Last, dividiert durch die zulässige Beanspruchung.

Ist die Hängsäule aus Kiefernholz, so ist nach vorstehender Tabelle $S = 100$ kg für 1 qcm zu setzen, und es ist

$$F = \frac{30000}{100} = 300 \text{ qcm},$$

ein Querschnitt von 18 zu 18 cm = 324 qcm ist demnach genügend.

§ 56. Die Beanspruchung des Holzbalkens auf Druck.

Wird ein Holz unter eine Last gestellt, wie z. B. der Pfosten einer Fachwerkswand oder die Säule eines stehenden Dachstuhls, so kommt sein Widerstand gegen Druck (Zerdrücken) in Frage. Diese einfache Druckfestigkeit kann jedoch nur bei kurzen Hölzern angenommen werden; ist das Holz lang, so wird es sich durchbiegen und bei zu großer Beanspruchung zerknicken, es ist alsdann die Zerknickungsfestigkeit des Holzes, d. h. sein Widerstand gegen Zerknicken in Betracht zu ziehen. In der Praxis, wenigstens bei dem Holzbau, sucht man diese etwas komplizierte Beanspruchung dadurch zu umgehen, daß man lange Stützen durch Streben, Zangen, Riegel u. s. w. verschieden-

lich faßt, so daß ein Ausbiegen derselben nicht stattfinden und man sich mit der Annahme einer Beanspruchung des Holzes auf einfache Druckfestigkeit begnügen kann.

Die Druckfestigkeit beträgt für 1 qcm Querschnitt:

für Eichenholz 500 kg,
für Fichte und Tanne 400 kg,
für Kiefer, Lärche und Esche 500 kg,
für Buche 550 kg.

Doch darf man in der Praxis auch wiederum diese hohen Beanspruchungen nicht nehmen, sondern nur folgende Werte in Rechnung stellen:

für Eichenholz 80 kg,
für Fichte und Tanne 50 kg,
für Kiefer, Lärche und Esche 60 kg,
für Buchenholz 80 kg.

Beispiel. Der aus Kiefernholz hergestellte Eckpfosten einer Fachwerkswand sei durch die Fachwerkswand, Balkenlage u. s. w. mit 15000 kg belastet, so ist sein Querschnitt wieder zu finden aus der Formel

$$F = \frac{Q}{S} \text{ oder}$$

$$F = \frac{15000}{60} = 250 \text{ qcm},$$

ein Querschnitt des Eckpfostens 16/16 cm würde demnach genügen.

§ 57. Die Beanspruchung des Holzbalkens gegen Zerknicken.

Wie schon gesagt, zieht man die Zerknickungsfestigkeit des Holzes nur bei längeren Hölzern in Betracht. In der Praxis begnügt man sich meistens mit einem Zuschlag zu den auf Druckfestigkeit berechneten Querschnitten. So würde man die Eckpfosten aus vorigem Beispiel nicht nur 16/16 cm, sondern mindestens 18/18 oder 20/20 cm machen. — Es ist aber entschieden richtiger, wenn irgend eine Unsicherheit vorhanden ist, auch die Hölzer auf ihre Zerknickungsfestigkeit zu berechnen.

Die Knickfestigkeit eines Stabes ist abhängig von seinem Trägheitsmoment, auf welches wir später zurückkommen werden, von seiner Länge und von der Art der Befestigung der Stabenden, außerdem von dem sogenannten Elastizitätsmodulus, derselbe beträgt für Holz durchschnittlich *110000 bis* 120000 kg.

Im Hochbau und meist auch im einfachen Holzbrückenbau werden nun die Stabenden frei, aber als in der Achsenrichtung geführt angenommen.

Man findet das erforderliche Trägheitsmoment dann aus der Formel

$$J = \frac{P \cdot l^2}{120000}$$

und zwar, indem man die Belastung P in kg und die Länge l in cm einsetzt.

Das Trägheitsmoment J für einen Holzbalken von rechteckigem Querschnitt ist nun

$$J = \frac{b\,h^3}{12},$$

wobei b die Breite und h die Höhe des Querschnitts in Zentimetern bedeutet. Es ist bei Einsetzung des Wertes für J demnach

$$\frac{b\,h^3}{12} = \frac{P\,l^2}{120\,000} \text{ oder auch}$$

$$b\,h^3 = \frac{P\,l^2}{10000}.$$

Wäre nun nach dem Beispiel aus § 56 P = 15000 kg und l = 300 cm; ferner unter Zugrundelegung eines quadratischen Querschnitts b = h, so ergebe sich

$$b^4 = \frac{15000 \cdot \overline{300}^2}{10000} \text{ oder}$$

$$b = \sqrt[4]{135000} = \text{rund } 19 \text{ cm}.$$

Der Pfosten müßte also einen Querschnitt von 19/19 cm haben.

Allgemein kann man auf Zerknickungsfestigkeit den Querschnitt einer langen Stütze berechnen nach der Formel

$$b = \sqrt[4]{\frac{P\,l^2}{10000}}.$$

§ 58. Die Beanspruchung des Holzbalkens auf Biegung.

Die am meisten vorkommende Beanspruchung eines Holzbalkens ist die auf Biegung.

Man nennt den Widerstand, welchen ein Balken leistet, wenn eine Last darauf wirkt, ihn zu zerbrechen, die Biegungsfestigkeit des Balkens.

Die Belastung kann in der Mitte oder an einzelnen Punkten konzentriert, oder über die ganze Länge des Balkens gleichmäßig verteilt sein. Das eigene Gewicht des Balkens ist immer eine Belastung dieser letzteren Art.

Die Tragfähigkeit der Balken ist nun verschieden, je nach der Art der Befestigung der Balkenenden, und es sind danach folgende 4 Fälle zu unterscheiden:

1. der Balken ist an einem Ende fest eingespannt (eingemauert, unwandelbar befestigt) und das andere ist frei;

2. der Balken liegt mit beiden Enden frei auf;

3. der Balken ist mit einem Ende fest eingespannt und liegt am anderen frei auf.

4. der Balken ist an beiden Enden fest eingespannt.

Betrachten wir zunächst einen rechteckigen Balken von der Länge l, welcher an einem Ende fest eingespannt und an dem anderen freien Ende mit der Last P, Fig. 197, Taf. 8, belastet ist. — Der einwirkende Druck P wird die Teile des Querschnitts verschieden anspannen. Es ist, wenn man sich eine Biegung eingeleitet denkt, leicht einzusehen, daß die oberen Fasern ausgedehnt, die unteren zusammengedrückt werden. Die Spannungen in den oberen Fasern müssen nach unten, und die Pressungen der unteren Fasern nach oben zu abnehmen, so daß es zwischen a und s eine gewisse Faserschicht geben muß, in welcher weder Pressungen noch Spannungen stattfinden; diese Schicht wird deshalb neutrale Faserschicht genannt. Den Widerstand gegen Ausdehnung und Zusammendrückung nimmt man gleich groß an und dann muß, wie leicht ersichtlich, die neutrale Schicht durch den Schwerpunkt des Querschnitts gehen. Der Druck P hat das Bestreben, den Balken um die in dem Befestigungs-Querschnitt liegende neutrale Achse x y zu drehen. — Bezeichnet man die Spannungen, welche die sämtlichen über der neutralen Achse x y liegenden Querschnitts-Elemente zusammen erleiden, mit Q und die sämtlichen Pressungen der unter x y liegenden Elemente mit Q_1, so ist $Q = Q_1$.

Wird die Spannung, die das obere Querschnitts-Element a auszuhalten hat, durch die Linie a b repräsentiert, so geben uns die Linien c d, e f, g h die Spannungen in den Punkten c, e, g an.

Es folgt daraus, daß der Angriffspunkt der Mittelkraft aller elementaren Spannungen der Schwerpunkt des Dreiecks a b x ist und *darum um* $\frac{2}{3}\,a\,x = \frac{1}{3}\,h$ von der neutralen Achse entfernt liegt.

Ebenso liegt der Mittelpunkt der Pressungen um $^1/_3$ h von der neutralen Achse entfernt.

Nach dem Gesetz der statischen Momente ist mithin:

$$O = P\,l - Q\frac{h}{3} - Q_1\frac{h}{3} \quad \text{und da } Q = Q_1$$

$$1) \qquad P\,l = \frac{2}{3}\,h \cdot Q.$$

Bezeichnet s die höchste zulässige Spannung oder Pressung pro Quadratzentimeter, so ist der durchschnittliche Zug oder Druck pro Quadratzentimeter $= \frac{s}{2}$ und folglich $Q = b\frac{h}{2} \cdot \frac{s}{2} = \frac{1}{4}\,b\,h\,s.$

Setzt man diesen Wert für Q in Formel 1), so erhält man:

$$2) \qquad P\,l = \frac{b\,h^2}{6}\,s.$$

Der Ausdruck $\frac{b\,h^2}{6}$ nennt man auch das Widerstandsmoment W des Querschnittes, man erkennt, daß es abhängig ist von der Breite b und der Höhe h des Querschnitts, man könnte deshalb auch schreiben:

$$3) \qquad P\,l = W \cdot s.$$

Die zulässige Beanspruchung (s) pro Quadratzentimeter beträgt in Kilogrammen:

	Zug	Druck
Eichenholz . . .	100	80
Kiefernholz . . .	100	60
Tannenholz . . .	60	50

Es ist stets der kleinere Wert (für Druck) in Rechnung zu bringen.

Beispiel. Ein Krahnbalken in Kiefernholz von 1,50 m freiliegender Länge werde am freien Ende mit 1500 kg belastet; welche Stärke muß man demselben geben?

Auflösung. Nach Formel 2) hat man:

$$1500 \cdot 150 = \frac{b\,h^2}{6} \cdot 60 \text{ oder}$$

$$b\,h^2 = 22500.$$

Man kann nun entweder die Dimensionen b und h in einem bestimmten Verhältnis annehmen, oder man kann eine Dimension annehmen und die andere danach berechnen. Es sei z. B. b = 20 cm, dann ist $h^2 = 1125$ oder h = rund 34 cm. Der Balken hat also einen Querschnitt von 20/34 cm.

Das Eigengewicht kann als zu unbedeutend vernachlässigt werden.

Den Ausdruck P l, d. h. die angreifende Kraft (im vorhergehenden Beispiele also die Belastung des Krahnbalkens P = 1500 kg) multipliziert mit ihrem Hebelarm (im Beispiel also 1,50 m) bezeichnet man auch als Angriffsmoment M, dann hat man jetzt

$$4) \qquad M = W\ s,$$

d. h.: das Angriffsmoment ist stets gleich dem Widerstandsmoment, multipliziert mit der zulässigen Spannung.

Ist nun die Belastung gleichförmig über die ganze Länge des an einem Ende eingespannten Balkens verteilt, so greift die Kraft P an in der Mitte der freitragenden Länge. Es ist dann

$$5) \qquad \frac{P\,l}{2} = W\ s \text{ oder}$$

$$6) \qquad P\,l = 2\,W\,s.$$

Man ersieht daraus, daß ein gleichförmig belasteter Balken doppelt so viel trägt, als wenn die Last an einem Ende wirkt.

Beispiel. Ein tannener Balkonbalken liege 1,75 m weit frei und erhalte eine gleichmäßig verteilte Belastung von 700 kg; welche Stärke muß derselbe erhalten?

Auflösung. Nach Formel 6) ist

$$700 \cdot 175 = 2 \cdot \frac{b\,h^2}{6} \cdot 50 \text{ oder}$$

$$b\,h^2 = 7350,$$

ist b = 16 cm, so ist $h = \sqrt{450}$ = rund 21 cm. Der Balken hat einen Querschnitt 16/21 cm.

Ein an beiden Enden frei aufliegender und in der Mitte belasteter Balken, Fig. 198, trägt viermal soviel als ein Balken von denselben Abmessungen, der an einem Ende befestigt und am anderen Ende belastet; folglich:

$$7) \qquad P\,l = 4 \cdot W\,s.$$

Beispiel. Ein tannener Dachbalken von 4,5 m freiliegender Länge werde in der Mitte mit dem Druck 750 kg belastet; welche Querschnittsdimensionen muß der Balken haben?

Auflösung. Nach Formel 7) hat man:

$$750 \cdot 450 = 4\,\frac{b\,h^2}{6}\,50 \text{ (Eigengewicht nicht berücksichtigt)}$$

$$b\,h^2 = 10\,125$$

Breite b = 16 cm

Höhe h $= \sqrt{632} = 25$ cm.

Bei vorstehenden Berechnungen ist stets das Eigengewicht des Balkens vernachlässigt, es ist dies auch nicht von Belang, wie folgende Darlegung zeigt:

Nehmen wir für die Höhe 26 cm, so ist das Gewicht des Balkens $\frac{0{,}55 \cdot 26 \cdot 16 \cdot 450}{1000} = 103$ kg. (Spezifisches Gewicht des Tannenholzes 0,55.)

Die Hälfte dieses Gewichts kann man sich in der Mitte der Länge des Balkens wirkend denken. Wir haben nun die Rechnung von neuem mit Berücksichtigung dieses Gewichts durchzuführen:

$$801{,}5 \cdot 450 = 4 \cdot \frac{b\,h^2}{6} \cdot 50$$

$$b\,h^2 = 10820$$

$$\text{Breite } b = 16 \text{ cm}$$

$$\text{Höhe } h = \sqrt{676} = 26 \text{ cm}.$$

Man ersieht aus dieser Rechnung, daß durch das Vernachlässigen des Eigengewichts der hölzernen Balken kein erheblicher Fehler herbeigeführt wird.

Ist die Last gleichförmig über die ganze Länge des Balkens verteilt, Fig. 199, so trägt derselbe doppelt soviel, als in dem vorhergehenden Falle; mithin:

$$8) \qquad P\,l = 8\,W \cdot s.$$

Hier ist P zu setzen gleich der ganzen gleichförmig verteilten Belastung.

Beispiel. Ein Balken aus Tannenholz, der 22 cm breit, 28 cm hoch und 6 m lang ist, liegt an beiden Enden frei auf; welche gleichmäßig über die ganze Länge desselben verteilte Last kann er mit Sicherheit auf die Dauer tragen:

Auflösung. Es ist nach Formel 8):

$$P = 8\,\frac{b\,h^2}{6} \cdot \frac{50}{600} = \frac{8 \cdot 22 \cdot \overline{28}^2 \cdot 50}{6 \cdot 600} = \text{rund } 1900 \text{ kg}.$$

Beispiel. Ein Balken aus Kiefernholz von 6,5 m Länge liegt mit beiden Enden frei auf; welche Stärke muß derselbe erhalten, wenn die Breite sich zur Höhe wie 5 : 7 verhält, und wenn die über den Balken gleichmäßig verteilte Last 1250 kg beträgt?

Auflösung.

$$1250 = 8 \cdot \frac{b\,h^2}{6} \cdot \frac{60}{650}$$

$$b\,h^2 = 10\,156.$$

Wenn wir $b = \frac{5}{7}\,h$ setzen, so entsteht:

$$h^3 = 14218$$

$$h = \sqrt[3]{14218} = \text{rund } 24 \text{ cm}$$

$$b = \text{rund } 18.$$

Der Querschnitt des Balkens ist also 18/24 cm.

Ein Balken, der an einem Ende fest eingespannt ist (über eine Mittelunterstützung hinweggeht) und am anderen frei aufliegt, Fig. 200, Taf. 8, trägt $1^1/_2$ mal soviel, als ein Balken von denselben Dimensionen, der an beiden Enden frei aufliegt und auf dieselbe Art belastet ist. Wenn daher die Last P in der Mitte des Balkens wirkt, so ist:

$$9) \qquad P\,l = 16 \cdot \frac{b\,h^2}{6} \cdot s,$$

und wenn die Last gleichmäßig über denselben verteilt ist:

$$10) \qquad P\,l = 32 \cdot \frac{b\,h^2}{6} \cdot s.$$

Für den Fall, daß der Balken an beiden Enden fest eingespannt ist (über zwei Mittelstützen hinweggeht), Fig. 201, Taf. 8, hat man drei Bruchpunkte, nämlich an beiden Enden und in der Mitte einen. Der Balken trägt doppelt soviel, als wenn er an beiden Enden frei aufliegt.

Wirkt demnach die Last in der Mitte der Länge des Balkens, dann hat man:

$$11) \qquad P\,l = 8 \cdot \frac{b\,h^2}{6} \cdot s,$$

und wenn die Last gleichmäßig über denselben verteilt ist:

$$12) \qquad P\,l = 16 \cdot \frac{b\,h^2}{6} \cdot s.$$

§ 59. Die Beanspruchung des Holzes auf Abscheerung.

Die zulässige Beanspruchung des Holzes auf seine Festigkeit gegen Abscheerung oder auch Schubfestigkeit genannt, beträgt für 1 qcm Abscheerungsfläche:

für Eichenholz 20 kg,
für Tannenholz 10 kg,
für Kiefernholz 10 kg,
für Buchenholz 20 kg.

Zur Berechnung derselben kann die Formel für Druckfestigkeit genommen werden, nämlich:

$$F = \frac{Q}{s}.$$

Beispiel. Uebt die kieferne Strebe eines Hängwerks durch ihre Belastung einen Horizontalschub von 5000 kg aus, so muß der Querschnitt

$$F = \frac{5000}{10} = 500 \text{ qcm}$$

groß sein; hat der Hängewerksbalken eine Stärke von 21/28 cm, so ist unter Vernachlässigung des Holzes vor dem Zapfen eine Holzlänge von rund 25 cm vor der Versatzung nötig, um ein Abscheeren des Holzes zu vermeiden. Nach § 24 nimmt man hierfür stets mindestens 30 cm an.

§ 60. Belastung der Balkenlagen.

Die genaue Kenntnis der Belastung der Balken ist für die Bestimmung der Dimensionen derselben unerläßlich.

Die Gesamtbelastung einer Balkenlage besteht aus:

a) dem Eigengewichte der Decke (Balken, Ausfüllung der Balkenfelder, Putz, Fußboden), und

b) der Belastung oder Nutzlast.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Eigengewichte der hauptsächlichsten Balkendecken angegeben. Die Bestimmung geschah in der Weise, daß die Balken und Fußbodenbretter von Kiefernholz, die Ausfüllung der Balkenfelder mit trockenem Lehm und der Putz aus Kalkmörtel und Gips angenommen wurde.

Tabelle über die Eigengewichte der vorzüglichsten Balkendecken.

Entfernung der Balken 0,94 m von Mitte zu Mitte.

Bezeichnung der Deckenkonstruktion	Balkenstärke		Durchschnittlich
	$^{21}/_{27}$ cm	$^{27}/_{32}$ cm	
	Eigengewicht pro Quadratmeter		
	Kilogrm.	Kilogrm.	Kilogrm.
Balkenlage mit Fußbodendielen ohne Ausfüllung der Balkenfelder	60	80	70
Einfache Kassettendecke ohne Stuck . . .	120	140	130
Einfache Kassettendecke mit halben Windelböden und Stuck	275	325	300
Gestreckte Windelböden, oberhalb Lehmestrich	200	225	210
Halbe Windelböden	250	300	275
Ganze Windelböden	350	400	375

Das Preußische Ministerium der öffentlichen Arbeiten nimmt folgende Eigengewichte für Balkendecken an:

Balken-Decken bei Abstand der Balken von Mitte zu Mitte = 1 m und einer Balkenstärke = 24/26 cm	kg/qm
Balkenlage mit gestrecktem Windelboden, Lehmschicht (ungerechnet Stangendicke) 10 cm stark	230
desgl. nur mit Fußboden 3,5 cm stark	70
desgl. mit Stülpdecke 3 cm stark, darüber Lehmschlag 10 cm stark	210
desgl. mit halbem Windelboden, Lehmfüllung bis Unterkante Fußboden 11 cm, und Fußboden 3,5 cm stark	220
desgl. aber anstatt des Fußbodens ein Gips- oder Lehmestrich 5—7 cm stark	310
desgl. mit halbem Windelboden, Lehmfüllung bis Unterkante Fußboden 11 cm stark, Fußboden 3,5 cm stark Deckenschalung 2 cm stark, gerohrt und geputzt	250
desgl. aber statt des Fußbodens Gips- oder Lehmestrich 5—7 cm stark	340
desgl. mit ganzem Windelboden, auch unterhalb mit Lehmbesatz bis Unterkante Balken, sowie Fußboden 3,5 cm stark	360

Die zufällige Belastung der Balkendecken kann man pro Quadratmeter

750 kg für Kaufmannsspeicher,
450 „ „ Fruchtböden,
400 „ „ Heu- und Strohböden,
250 „ „ große Säle, Tanzlokale,
150 „ „ gewöhnliche Wohnzimmer,
400 „ Belastung durch Menschengedränge

als Maximum annehmen.

Im allgemeinen nimmt man auf 1 qm das Eigengewicht und die Belastung (Nutzlast) an:

bei Balkenlagen in Wohngebäuden zu 500 kg,
bei Balkenlagen in Fabrikgebäuden zu 750 kg,

hierbei rechnet man das Eigengewicht der Balkendecke allein zu 250 kg für 1 qm.

§ 61. Bestimmung der Dimensionen hölzerner Balken.

An den Enden frei aufliegender Balken mit gleichmäßiger Belastung.

Für einen auf zwei Stützen frei liegenden gleichmäßig belasteten Balken,

dessen Länge = l in Zentimetern,
„ Breite = b „ „
„ Höhe = h „ „
dessen Abstand von der Mitte des nächsten Balkens = a in Zentimetern, die Belastung inkl. Eigengewicht der Decke pro Quadratmeter = q Kilogramm ist, hat man nach Formel 8) in § 58

$$P\,l = 8 \cdot W\,s,$$

hier ist jetzt

$$P\,l = \frac{a\,l \cdot q}{10\,000} \cdot l \text{ und}$$

$$W = \frac{b\,h^2}{6} \text{ vergl. Formel 3) daselbst}$$

s = 60 für Kiefernholz und
s = 50 für Tannenholz, alsdann ist

$$\frac{a\,l^2 \cdot q}{10000} = 8 \cdot \frac{b\,h^2}{6} \cdot 60 \text{ oder}$$

1) $$b\,h^2 = \frac{a\,l^2 \cdot q}{800000} \text{ für Kiefernholz}$$

$$b\,h^2 = \frac{a\,l^2 \cdot q}{660000} \text{ für Tannenholz.}$$

Setzt man $b = \frac{5}{7}\,h$, so ist:

2) $$h = 0{,}013 \cdot \sqrt[3]{a\,l^2 \cdot q} \text{ Tannenholz.}$$

$$h = 0{,}011 \cdot \sqrt[3]{a\,l^2 \cdot q} \text{ Kiefernholz.}$$

3) $$l = 675 \cdot \sqrt{\frac{h^3}{a\,q}} \text{ Tannenholz.}$$

$$l = 791 \cdot \sqrt{\frac{h^3}{a\,q}} \text{ Kiefernholz.}$$

Beispiele. 1. Die an beiden Enden frei aufliegenden Balken aus Tannenholz eines Warenspeichers sollen 502 cm lang werden und 94 cm von Mitte zu Mitte entfernt liegen; welche Stärke müssen dieselben erhalten, wenn die Breite sich zur Höhe wie 5 : 7 verhält?

Auflösung. Es ist:

die fremde Belastung pro Quadratmeter . . = 750 kg
das Eigengewicht der Balkenlage mit Fußbodendielen pro Quadratmeter . . . . = 70 „
folglich Gesamtbelastung pro Quadratmeter q = 820 kg.

Nach Formel 2) dieses Paragraphen haben wir daher:

$$h = 0{,}013 \cdot \sqrt[3]{94 \cdot 502^2 \cdot 820} = 35 \text{ cm}$$

$$b = \frac{5}{7} \cdot 35 = 25 \text{ cm}.$$

2. Man hat Balken aus Kiefernholz von $^{19}/_{29}$ cm disponibel, mit welchen man einen Tanzsaal von 785 cm Weite ohne mittlere Unterstützung herstellen will. Wie weit dürfen die Balken von Mitte zu Mitte entfernt liegen, wenn ein halber Windelboden angeordnet werden soll?

Auflösung. $q = 250 + 275 = 525$ kg
$l = 785$ cm
$b = 19$ „
$h = 29$ „

Setzen wir diese Werte in Formel 1) dieses Paragraphen (Kiefernholz), so haben wir:

$$19 \cdot 29^2 = \frac{a \cdot 785^2 \cdot 525}{880\,000}, \text{ hieraus}$$

$$a = \frac{19 \cdot 29^2 \cdot 880\,000}{785^2 \cdot 525} = 43 \text{ cm}.$$

3. Man will einen Kornboden anlegen; die zur Verfügung stehenden Balken aus Tannenholz sind 19 cm breit und 27 cm hoch, und sollen 63 cm von Mitte zu Mitte entfernt liegen. Wie groß darf der Abstand der beiden Stützpunkte angenommen werden, wenn die Fache der Balkenlage mit einem halben Windelboden geschlossen werden sollen?

Auflösung. Wir haben bei vorliegendem Beispiele in Rechnung zu bringen:

die Belastung inkl. Eigengewicht der Decke pro Quadratmeter . $q = 450 + 275 = 725$ kg
den Abstand von der Mitte des nächsten Balkens . . . . . $a = 63$ cm
die Breite des Balkens . . . . . $b = 19$ „
die Höhe des Balkens . . . . . $h = 27$ „

Setzen wir diese Werte in Formel 1) dieses Paragraphen (Tannenholz), so ist:

$$19 \cdot 27^2 = \frac{63 \cdot l^2 \cdot 725}{640\,000}, \text{ hieraus}$$

$$l = 421 \text{ cm}.$$

In der nachfolgenden Tabelle sind die Dimensionen für Balken *von 3 bis 7 m* frei liegender Länge an beiden Enden frei aufliegend

für drei verschiedene gleichmäßige Belastungen (inkl. Eigengewicht der Decke) und zwei verschiedene Entfernungen der Mitte voneinander, berechnet.

Tabelle zur Bestimmung der Balkenstärken.

Länge, auf welcher die Balken frei liegen	h Höhe b Breite	Die Belastung inkl. Eigengewicht der Decke pro Quadratmeter beträgt:					
		450 kg	600 kg	750 kg	450 kg	600 kg	750 kg
		Die Entfernung der Balken von Mitte zu Mitte ist gleich:					
Meter	Zentimeter	70 cm			100 cm		
3	h	18	20	22	21	23	24
	b	13	14	15	15	16	17
3,5	h	20	22	24	23	25	27
	b	14	16	17	16	18	19
4	h	22	24	26	25	27	29
	b	16	17	19	18	19	21
4,5	h	24	26	28	27	30	32
	b	17	19	20	19	21	23
5	h	26	28	30	29	32	34
	b	18	20	22	21	23	25
5,5	h	27	30	32	31	34	37
	b	19	22	23	22	24	26
6	h	29	32	34	33	36	39
	b	21	23	24	23	25	27
6,5	h	31	34	36	34	38	41
	b	22	24	26	25	27	29
7	h	32	35	38	36	40	43
	b	23	25	27	26	29	31

Die Ableitung der einzelnen Resultate obiger Tabelle beruht auf der Anwendung der Formel 2) dieses Paragraphen.

$$h = 0{,}013 \cdot \sqrt[3]{a\,l^2\,q}.$$

Hat der Balken noch eine Mittelstütze, so kann man die freie Weite unter übrigens gleichen Umständen $^5/_4$ mal, und wenn er auf 4 Stützen ruht, die Mittelöffnung $^{10}/_7$ mal so groß nehmen, als die eines auf zwei Stützen ruhenden Balkens. Soll demnach die ob[illegible]

Tabelle für diese beiden Fälle brauchbar gemacht werden, so muß man die in derselben angegebenen Längen mit resp. $^5/_4$ und $^{10}/_7$ multiplizieren.

Als Regel, die Höhe eines Balkens für gewöhnliche Belastung mechanisch zu finden, nehme man die Höhe desselben allemal 16 cm an, setze dieser Höhe $^1/_{50}$ seiner Länge zu, und die hier erhaltene Summe ist die Höhe des verlangten Balkens.

Liegt z. B. ein Balken 628 cm frei, so ist dessen Höhe $h = 16 + {}^{628}/_{50} = 28{,}5$ cm, bei 753 cm frei liegender Länge $h = 16 + {}^{753}/_{50} = 31$ cm.

§ 62. Der linsenförmige Balken.

Die Theorie lehrt und die Praxis bestätigt es, daß Balken von gleichem Widerstande eine elliptische Gestalt haben müssen, und daß die geringsten Spannungen und Pressungen in einem Balken in den dem Schwerpunkte des Querschnitts zunächst liegenden Fasern stattfinden, woraus folgt, daß, wenn man einen Balken aus mehreren Stücken herstellen will, man denselben hohl zu konstruieren und das Material möglichst weit von dem Schwerpunkte des Querschnitts zu entfernen hat. Die obigen Grundsätze finden Anwendung bei den sogenannten linsenförmigen Balken, und namentlich bei den in neuerer Zeit so vielfach ausgeführten hölzernen und eisernen Gitterträgern.

Der linsenförmige (Lavesscher) Balken*) wurde anfänglich aus einem gewöhnlichen Balken dadurch hergestellt, daß man denselben an beiden Enden mit eisernen Bändern versah, sodann der Länge nach einen Sägeschnitt führte, die beiden Teile auseinander bog und kurze Pfosten, durch welche Schraubenbolzen gezogen wurden, einsetzte, oder bisher immer mittels Spreizen und Zangen die beiden Hälften auseinander hielt.

Dadurch wurde die Tragfähigkeit des Balkens $3^1/_2$ mal vergrößert, während die Vermehrung an Material unbedeutend war.

In der oberen Balkenhälfte finden Pressungen, in der unteren dagegen Spannungen statt, und da die Zerdrückungsfestigkeit für Holz geringer als die absolute ist, so folgt eine verschiedene Stärke beider Hölzer als Notwendigkeit. Da die Hölzer gleiche Breiten haben, so werden sich die Höhen verhalten wie die rückwirkende zur absoluten Festigkeit.

---

*) Die Erfindung dieser Balken wird dem Ober-Hof-Baudirektor Laves in *Hannover zugeschrieben.*

Hiernach muß das obere circa $1^1/_4$ mal so stark sein, als das untere.

Die Tragfähigkeit des linsenförmigen Balkens wächst mit der Entfernung beider Balkenhälften, doch darf diese Entfernung ein bestimmtes Maß nicht überschreiten, da sonst die Hölzer durch das Biegen zu sehr gespannt werden. In der Praxis nimmt man wohl die lichte Entfernung beider Balkenhälften $^1/_{25}$ der Länge, wonach jede Balkenhälfte um $^1/_{50}$ gebogen erscheint.

Die linsenförmigen Balken werden besser aus zwei Hölzern nach Fig. 202 und 203, Taf. 8, zusammengesetzt, wodurch die Arbeit erleichtert, die Tragfähigkeit vermehrt und die Kosten vermindert werden.

In Fig. 202, Taf. 8, ist über einem geraden Balken ein gebogener angebracht. Bei der Anwendung dieses verstärkten Balkens tritt der Vorteil hervor, daß die Anbringung einer horizontalen Decke weniger Umstände macht.

Fig. 203, Taf. 8, zeigt einen Hauptdachbinder als linsenförmigen Balken gestaltet. Die Zangen a, a tragen die nötigen Pfetten c, c für die Unterstützung der Leersparren. Fig. 203 A stellt einen Schnitt durch die Mitte des Dachbinders dar. Die Zangen umfassen die Balken nebst den Sattelhölzern.

Fig. 204 zeigt die Verbindung der Langhölzer aus mehreren Stücken mittels Sattelhölzer b.

Bezeichnet

H die ganze Höhe des Balkens in der Mitte seiner Länge,
h den lichten Zwischenraum der beiden Balkenhälften,
B die Breite des Balkens,
l die Länge des Balkens in Zentimetern,
P die zulässige, gleichförmig über den Balken verteilte Belastung in Kilogrammen,
G das Gewicht des Balkens in Kilogrammen,

so haben wir für den Fall, daß der Balken an beiden Enden frei aufliegt

$$(P + G) = 8 \cdot \frac{l}{6} s \cdot \frac{B}{H} \left(\frac{H^3 - h^3}{l} \right).$$

Für Tannenholz sei die zulässige Spannung $s = 48$ gesetzt, so ist

$$(P + G) = 64 \frac{B}{H} \left(\frac{H^3 - h^3}{l} \right).$$

Aus dieser Formel sehen wir, daß die Tragfähigkeit des linsenförmigen Balkens von der lichten Entfernung h beider Balkenhälften abhängt.

Beispiel. Die Tragfähigkeit eines linsenförmigen Balkens anzugeben, wenn die lichte Entfernung h gleich der Summe der Höhen beider Balkenhälften wird.

Auflösung. Bezeichnen wir die Höhe jeder Balkenhälften mit h_1, so ist die lichte Entfernung $h = 2h_1$, die ganze Höhe des Balkens $H = 4h_1$. Es ist demnach:

$$(P + G) = 64 \cdot \frac{B}{4h_1}\left(\frac{64h_1^3 - 8h_1^3}{l}\right) = 896 \cdot \frac{B \cdot h_1^2}{l}.$$

Nehmen wir an, beide Balkenhälften lägen ohne Zwischenraum unmittelbar aufeinander, aber fest zu einem Ganzen verbunden, so erhalten wir:

$$P_1 = 64 \cdot \frac{B \cdot (2h_1)^2}{l} = 256 \cdot \frac{B \cdot h_1^2}{l}.$$

Die Tragfähigkeiten der beiden Balken verhalten sich demnach wie 896 : 256 oder wie 3,5 : 1.

§ 63. Der Widerstandsmoment und das Trägheitsmoment.

In § 58 hatten wir die Formel 2) $Pl = \frac{bh^2}{6}s$ eingesetzt in die Formel 3) $Pl = W \cdot s$ und mit W den Ausdruck $\frac{bh^2}{6}$ bezeichnet. Es ist augenscheinlich, daß die Größe von W abhängig ist von der Breite b und dem Quadrat der Höhe h des Balkens und daß namentlich die Höhe den größten Beitrag zur Widerstandsfähigkeit des Balkens beiträgt. Dieses Widerstandsmoment W ist also gebunden an die Querschnittsform des Balkens und es wird ein anderes sein bei dem rechteckigen Balken, ein anderes bei dem runden Balken.

Den Ausdruck $\frac{bh^2}{6}$ kann man nun auch umsetzen in $\frac{bh^3}{12}$ dividiert durch $\frac{h}{2}$ und bezeichnet man den Quotienten $\frac{bh^3}{12}$ mit J, so wäre $\frac{bh^2}{6} = \frac{J}{\frac{h}{2}}$. Es ist nun $\frac{h}{2}$ die halbe Höhe des rechteckigen Querschnitts und den Quotienten $J = \frac{bh^3}{12}$ nennt man das Trägheits*moment der* Querschnittsfläche.

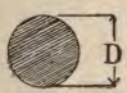
Wir hatten in § 58 von einer neutralen Faserschicht gesprochen, in der weder Pressung noch Zug stattfindet, nach Fig. 197, wären also $\frac{h}{2}$ der Abstand der äußersten unteren oder oberen Faserschicht von dieser neutralen Faserschicht. Diesen Abstand bezeichnet man mit a und für den rechteckigen Querschnitt ist $a = \frac{h}{2}$. Fassen wir das Gesagte zusammen, so bekommen wir die Formel

$$W = \frac{J}{a},$$

d. h. das Widerstandsmoment ist gleich dem Trägheitsmoment, dividiert durch den Abstand der äußersten Faser von der neutralen Faserschicht.

Tabelle

der Trägheits- und Widerstandsmomente für Holzbalken-Querschnitte.

	Querschnittsform	Trägheitsmoment J	Abstand a	Widerstands-moment W
1.		$\frac{b h^3}{12}$	$\frac{h}{2}$	$\frac{b h^2}{6}$
2.		$\frac{1}{12} b (H^3 - h^3)$	$\frac{H}{2}$	$\frac{b}{6H} \cdot (H^3 - h^3)$
3.		$\frac{b^4}{12}$	$\frac{b}{2}$	$\frac{b^3}{6}$
4.		$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{D}{2}$	$\frac{\pi D^3}{32}$

§ 64. Der einfache Gitterbalken.

Der einfachste Gitterbalken besteht aus zwei Streckbalken und senkrecht dazwischen gestellten Pfosten, Fig. 205, Taf. 8.

Die Pfosten sind mit Kreuzzapfen in die Langhölzer eingesetzt, und durch dieselben Schraubenbolzen gezogen. Da die Verschiebung der übereinander liegenden Langhölzer nach den Enden hin am größten ist, so

folgt daraus, daß die Entfernungen der Pfosten von der Mitte des Balkens nach den Enden hin abnehmen müssen.

Die Höhe des Zwischenraumes zwischen beiden Streckbalken darf nicht über 40 cm betragen, weil bei größerer Höhe die Balken sich verschieben würden.

Ist die lichte Entfernung der beiden Langbalken gleich der Summe ihrer Höhen, so ist die Tragfähigkeit des Gitterbalkens 14 mal größer, als die eines Streckbalkens unter übrigens gleichen Umständen.

Bei dem Gitterträger, Fig. 206, Taf. 8, sind die senkrechten Pfosten durch Andreaskreuze ersetzt.

Die Gitterstreben werden durch die Belastung auf Zerdrücken und die Hängstangen auf absolute Festigkeit in Anspruch genommen, und zwar haben die Streben und die Hängstangen eine um so größere Anstrengung zu erleiden, je weiter sie von der Mitte der Länge des Trägers entfernt sind.

Bei der Ueberschneidung der Streben wird gewöhnlich aus jeder die halbe Stärke ausgeschnitten.

Werden die Langhölzer aus einzelnen Stücken zusammengesetzt, so geschieht die Verbindung mittels eiserner Schienen und Bolzen, Fig. 207 und 208.

Die Höhe dieses Gitterträgers beträgt bei Anwendung im Hochbau $^1/_{14}$ bis $^1/_{15}$ und als Brückenträger angewendet $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ der Länge.

Die größeren Gitterträger werden, wenn von den hölzernen Brücken die Rede ist, näher betrachtet werden*).

§ 65. Armierung hölzerner Balken durch Eisenkonstruktion.

Bringt man unter der Mitte eines Balkens A B, Fig. 209, Taf. 8, eine Stütze C D an, deren Ende D mit A und B durch ein paar Eisenstangen verbunden ist, so wird die im Punkte C des Balkens abwärts wirkende Last mittels der Stütze C D in den Zugstangen eine Spannung hervorbringen und so lange die Stangen dieser Spannung nicht nachgeben, kann der Punkt C als fest unterstützt angesehen werden.

Die beiden Zugstangen sind nach Fig. 209 A und 209 B im Punkte D durch zwei Winkeleisen verbunden, zwischen welche die Stütze C D mit einem Zapfen eingesetzt ist. Die Spannung der Zugstangen wird durch

*) Die Berechnung der gitterförmigen Träger wird ausführlich behandelt in dem empfehlenswerten Werke: Elemente der Festigkeitslehre in elementarer Darstellung von Dr. P. J. Johnen, Leipzig, Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.

Schrauben an den Befestigungspunkten A und B bewirkt. Fig. 209 C zeigt die Anbringung der Zugstange am Punkte A.

Wenn man nach der Aufstellung nicht mehr zu den Schrauben bei A und B gelangen kann, so kann man die Stangen an ihren Enden auch unbeweglich befestigen und dieselben in der Mitte ihrer Länge mit einem Schraubenschlosse, Fig. 210 A, Taf. 8, versehen. Durch die entgegengesetzten Gewinde werden bei einer Drehung des Schlosses beide Enden der Zugstange angezogen, so daß die Spannung leicht zu regulieren ist.

Muß der Balken eine zweimalige Unterstützung erhalten, so kann man zwei Stützen nach Fig. 210, Taf. 8, anordnen, wobei es aber notwendig ist, daß die Punkte E und F gleichweit von der Mitte des Balkens entfernt sind.

§ 66. Die gestakten Decken oder die sogenannten Windelböden.

Bei den Windelböden werden die Balkenfelder mit kiefernem oder eichenem, mit Lehmstroh umwundenem Schalholz, den sogenannten Stakhölzern, ausgefüllt, indem diese in Falze oder auf angenagelte Latten dicht aneinander geschoben werden.

Man teilt die Windelböden in ganze und halbe.

Bei den ganzen Windelböden werden die 5 bis 6 cm starken Stakhölzer 5 bis 6 cm von der Unterfläche der Balken in Falze nach Fig. 211, Taf. 8, eingeschoben, doch dürfen sie nicht zu scharf eingetrieben werden, weil das untere Falzholz leicht abgesprengt wird. Ist viel Splint an den Balken, so muß man den Falz etwas höher nehmen.

Der untere Raum wird dann bündig mit den Balken vollends mit Lehm ausgetragen und oberhalb werden die Balkenfache ganz mit Lehm oder trockenem Schutt gefüllt.

Diese Decken sind sehr schwer und können leicht einbrechen, man wendet daher die ganzen Windelböden sehr selten an.

Leichter und fester sind die halben Windelböden, wobei die Falze ungefähr 8 bis 10 cm von der Oberfläche der Balken in diese eingehauen werden, wie aus Fig. 212, Taf. 8, zu ersehen ist.

Hier bleibt mehr tragbares Holz an den Balken und die Menge des Ausfüllungsmaterials ist ebenfalls geringer, folglich die ganze Decke weit leichter als erstere. Soll eine solche Decke unterhalb eben werden, so muß die Unterfläche der Balken verschalt und gerohrt, Fig. 212, oder mit Spalierlatten, Fig. 213, versehen werden.

Die 2,3 bis 4 cm ſtarken Spalierlatten werden in etwa 1,3 bis 2 cm Entfernungen nach Fig. 213 unter die Balken quer über die Fächer angenagelt.

Auf dieſe wird ein etwa 3,3 cm ſtarker Strohlehmſchlag feſt aufgeſchlagen, der durchhängende Strohlehm unterwärts quer über die Latten geſtrichen und ſo ſtehen gelaſſen. Trocken geworden dient dieſe ſogenannte „Spalierdecke“ als Unterlage für den Lehmputz, mit welchem weiterhin die Decke verſehen wird.

§ 67. Die Decke mit Einſchub.

Die Balken werden hier nicht mit Stak- oder Windelholz, ſondern mit Brettern oder „Schwarten“ ausgeſchoben. Hierauf werden die Fugen dieſes Einſchubes ſtark mit Lehm verſtrichen und am beſten und geſündeſten nur Lehm aufgebracht und nicht etwa Koksaſche, Bauſchutt oder Sand. Fig. 213.

Sie werden gewöhnlich unten verſchalt oder ſpaliert und oben bedielt, und gewähren ſehr feſte, trockene und warme Fußböden.

Statt der Falze, wodurch die Balken immer geſchwächt werden, iſt es jedenfalls ebenſo vorteilhaft, daß man zur Unterſtützung der eingeſchobenen Bretter ſtarke Latten nach Fig. 214, Taf. 8, an die Balken nagelt, worauf die Bretter gelegt werden.

§ 68. Die Bretterdecken.

Die Fächer zwiſchen den Balken werden mit zwei Lagen Brettern ausgefüllt, die in Falzen liegen, und zwar ſo, daß die Fugen der unteren Brettlage durch die oberen vollſtändig gedeckt werden, wie in Fig. 215 A und 215 B, Taf. 8, angedeutet.

Eine ſolche Decke erſcheint in roheſter Geſtalt, wenn ſtatt der Bretter Schwarten genommen werden. Die Decke kann indeſſen auch mit Zierlichkeit ausgebildet werden, wenn man die Bretter ſpundet und kehlt, Fig. 216, Taf. 8.

Hierbei müſſen natürlich die vorſtehenden Balken dann ebenfalls behobelt und an den Kanten abgefaſt oder profiliert werden.

Um die Bretter in die Falze bringen zu können, muß an jedem Balken ein Ausſchnitt a von der Tiefe des Falzes und gleich der Bretterbreite ausgeſchnitten werden.

Der Raum bis zur Balkenoberfläche wird, wie früher beſchrieben, ausgefüllt.

§ 69. Die Decken mit aufgestrecktem Windelholze.

Für untergeordnete Räume ist folgende Belegung der Balkenfächer zu empfehlen:

Gespaltene Stangen von Kiefern-, Aspen-, Birken ꝛc. Holz werden mit Strohlehm umwunden und alsdann dicht nebeneinander und mit abwechselnden Stößen auf die Balken gelegt, Fig. 217, Taf. 9. Oben und unten wird darauf alles mit Strohlehm glatt gestrichen, oberhalb gewöhnlich ein 8 bis 11 cm starker Lehmstrich aufgebracht.

Da in Stallungen durch die aufsteigenden, scharfen Dünste der Lehm leicht aufgeweicht wird, so ist es besser, die Hölzer nicht mit Strohlehm zu umwinden, sondern sie angekohlt auf die Balken zu legen und alsdann einen Lehmschlag von 8 bis 16 cm Dicke aufzubringen, Fig. 218, Taf. 9. Dergleichen Decken sind auch wohlfeiler als Windelböden, und ihre Dauerhaftigkeit wird größer, wenn die Balkenweiten in den Frontmauern über der Mauerlatte abwechselnd offen gelassen und dadurch Zugkanäle gebildet werden.

§ 70. Die Decken mit ausgewölbten Balkenfeldern.

In Fig. 219, Taf. 9, ist eine mit Ziegelsteinen ausgewölbte Balkendecke dargestellt.

Die Balken dienen den eingemauerten Bögen hier als Widerlager und erhalten daher unten eine größere Breite als oben.

Ueber diese Bögen und die Balken ist ein Pflaster aus Ziegelsteinen 7 cm stark gelegt.

Zu den Wölbsteinen nehme man hohle Ziegelsteine oder Tuffsteine, wegen des geringeren Gewichts. Die angeführte Decke hat den großen Nachteil, daß beim Eintrocknen des Holzes die Gewölbwiderlager nachgeben und somit die einzelnen Gewölbe locker werden.

Der größte Nachteil, den diese Konstruktion mit sich führt, besteht aber unbedingt darin, daß das von drei Seiten dicht bemauerte Holz sehr bald zu faulen anfängt. Es ist daher diese Decke durchaus zu verwerfen.

§ 71. Die einfache Kassettendecke.

Die Kassetten sind vertiefte Felder, welche eine rechteckige oder quadratische Form erhalten können*).

*) Vergl. Hans Issel, Der innere Ausbau. Preis 5 Mark. 1899. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

Die in Fig. 220 A, 220 B und 220 C, Taf. 10, dargestellte Decke ist die einfachste in dieser Art.

Die Balken a, a liegen in Entfernungen von etwa 1 m und zwischen diesen sind in gleichen Entfernungen hohle Kästen b, b durch schief eingetriebene Nägel befestigt.

Im Innern der entstehenden quadratischen Räume werden Gesimsglieder befestigt und der Grund der Kassette durch eine Holzvertäfelung verziert. Oberhalb der Balken wird ein gewöhnlicher oder doppelter Fußboden gelegt.

Eine andere einfache Kassettendecke wird gebildet, wenn man zwischen die Balken Riegelhölzer einzieht, alsdann den Grund der Kassetten aus Brettern herstellt und die Balken und Riegel mit gehobelten Brettern und Leisten bekleidet.

§ 72. Die Kassettendecken über größere Räume.

In Fig. 221, Taf. 10, liegen nach der Breite des Raumes die Hauptbalken c, c, in Entfernungen von 3 bis 3,75 m, wodurch die Decke in lange rechteckige Felder eingeteilt wird.

Auf diesen Hauptbalken (Unterzügen) liegen die schwächeren Deckenbalken e, e, die soweit von einander entfernt liegen, als die Breite der einzelnen Kassetten betragen soll.

Um nun die Form der Kassetten zu erhalten, sind in die Balken e, e wieder die Querhölzer f, f eingezapft. An die kleinen Zwischenfriese, sowie an die Hauptfriese, werden Verschalungen genagelt, und hierauf dann die Deckel der Kassetten zwischen die quadratförmig gebildeten Felder eingelegt. Diese Deckel sind hier, wie aus der Zeichnung hervorgeht, als eingerahmte Füllungen dargestellt.

Dieselben lassen sich auch von Gipsmörtel herstellen, jedoch ist ersteres unter allen Umständen vorzuziehen.

Schließlich ist in Fig. 222 und 223, Taf. 9, die Holzdecke der Aula der Realschule in Dortmund dargestellt.

Die angeführten Beispiele werden vollkommen genügen, die Anordnung von Holzdecken im allgemeinen deutlich zu machen.

Siebentes Kapitel.

Die Dächer.

§ 73. Allgemeines.

Der Zweck einer Bedachung ist Schutz gegen die Witterung; diesen soll die Bedeckung des Daches genau erfüllen; diese Bedeckung aber zu stützen und zu tragen, dazu ist das Gespärre, Sparrwerk, Dachgerüste bestimmt.

Im allgemeinen ist die Anordnung des Dachgerüstes von der Bedeckung, welche das Dach erhalten soll, insofern beeinflußt, als davon die Größe der Neigung der Dachflächen, und somit in gewisser Hinsicht auch die Konstruktion des Dachgerüstes, abhängig ist. Das Bedeckungsmaterial kann entweder bestehen aus Metall (Kupfer, Eisen, Zink und Blei), Schiefer, künstlich geformten Ziegeln, Asphalt, präpariertem Papier, Steinpappen, Holzzement und dergleichen mehr*).

§ 74. Die Neigung der Dachflächen.

Der Winkel, welchen die Dachflächen mit der Dachbalkenlage bilden, hat insofern nur Einfluß auf die Benennung, als man flache und steile Dächer unterscheidet. Unter steilen Dächern versteht man solche, bei denen die senkrechte Höhe mehr als den 5. Teil der Tiefe (Breite) beträgt; alle übrigen nennt man flache Dächer.

So wenig geneigte Dächer, daß man ohne Unbequemlichkeit darauf herumgehen kann, nennt man Altandächer.

Man bezeichnet die Neigung der Dachflächen allgemein durch das Verhältnis der Höhe zur Tiefe desselben, und man hat daher Drittel-, Viertel- ꝛc. Dächer, je nachdem die Höhe $^1/_3$, $^1/_4$ ꝛc. der Tiefe des Daches beträgt.

Dächer, bei welchen die Höhe gleich der halben Tiefe ist, nennt man gewöhnlich Winkeldächer.

---

*) Ausführlich ist die Eindeckung der Dächer behandelt in dem Werke: Die Eindeckung der Dächer mit weichen und harten Materialien. Mit einem Atlas von 12 Foliotafeln. Herausgegeben von W. Jeep, Ingenieur. Vierte Auflage. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig. Preis M. 4.50.

Die geringste Dachhöhe beträgt:

Stroh- und Rohrdach . .	$^1/_2$	der	Gebäudetiefe	Neiggsw.	45^0
Schindeldach, einfach . .	$^1/_2$	„	„	„	45^0
„ doppelt . .	$^1/_3$	„	„	„	$33^2/_3{}^0$
Ziegeldach, mittelm. Ziegel .	$^1/_3$	„	„	„	$33^2/_3{}^0$
„ gute Ziegel und geschützte Lage . . .	$^1/_4$	„	„	„	$26^1/_2{}^0$
Schieferdach	$^1/_4$	„	„	„	$26^1/_2{}^0$
„ sehr geschützte Lage	$^1/_5$	„	„	„	$21^5/_6{}^0$
Asphaltfilzdach	$^1/_6$	„	„	„	$18^1/_2{}^0$
Asphaltdach	$^1/_{12}$	„	„	„	$9^1/_2{}^0$
Blei-, Schwarzblech-, Kupferblechdach	$^1/_{12}$	„	„	„	$9^1/_2{}^0$
Zinkblech- und Weißblechdach	$^1/_{24}$	„	„	„	$4^5/_6{}^0$
Holzzementdach	$^1/_{30}$	„	„	„	2^0.

§ 75. Die Dachformen.

Die Dächer erhalten nach Verschiedenheit ihrer Durchschnitte und ihrer äußeren Gestalt verschiedene Benennungen:

1. Satteldächer (zweihängige Dächer). Die beiden Dachflächen vereinigen sich in einer Firstlinie (Forstlinie) und werden an den Giebeln durch zwei lotrechte, dreieckige Giebelwände begrenzt*).

2. Sind die ebenen Dachseiten eines Satteldaches so gebrochen, daß die unteren Teile steiler als die oberen liegen, so nennt man, nach dem Erfinder dieser Form, dem französischen Architekten Mansard (1650), das Dach ein Mansarddach.

3. Ein aus stetig gebogenen Dachflächen bestehendes Satteldach heißt nach den benutzten Konstruktionshölzern ein Bohlendach.

4. Sind die Dachgiebel eines Satteldaches ebenfalls durch geneigte, dreiseitige Dachflächen ersetzt, die sich mit den Langseiten in „Gräten" schneiden, so heißt das Dach ein Walmdach. Ist nur der obere Teil des Giebels durch Dachflächen ersetzt, so wird das Dach ein halbes Walmdach genannt.

5. Pultdächer (einhängige Dächer) bedachen den Raum nur mit einer geraden Dachfläche, welche auf der Rückseite durch eine lotrechte Wand, die Dachwand, geschlossen ist, die bis zum First reicht.

---

*) Zum eingehenden Studium seien die vorzüglichen Werke von Prof. A. Opderbecke „Der Zimmermann" und „Der Dachdecker" empfohlen. Preis eines jeden Bandes 5 Mark. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

6. Zeltdächer sind Pyramiden, deren Dachflächen sich also in einer Spitze vereinigen.

Die Grundform ist meistens ein regelmäßiges Polygon. Ist die Grundfigur ein Kreis, so erhält man ein Kegeldach.

7. Die Kuppeldächer haben zu Querschnitten einen Halbkreis und überdachen einen cylindrischen Raum. Noch sind zu nennen

8. die geschweiften Zeltdächer (Hauben), die zur Bedachung von Türmen angewendet werden.

9. Die Sheddächer, entstehen durch Aneinanderreihung mehrerer ungleichseitiger Satteldächer.

A. Die Satteldächer.

§ 76. Das einfache Satteldach ohne Stuhl.

Kehlbalkendach.

Die schrägliegenden oberen Hölzer eines Dachgerüstes, auf welchen die Lattung oder Schalung für das Deckmaterial befestigt wird, heißen Sparren. Werden zwei solcher Sparren a, a, Fig. 224 A, Taf. 9, an den Endpunkten eines Balkens in diesen mit schrägem Zapfen eingesetzt, nach oben aber in einer Spitze, über der Mitte des Balkens, mittels Scherzapfen, Fig. 59, Taf. 2, oder auch durch Ueberplattung zusammengesetzt, so heißt eine solche Verbindung ein Sparren- oder Dachgebind.

Mehrere solcher Dachgebinde, die in einer Entfernung von 0,75 bis 1,25 m lotrecht aufgestellt sind, bilden das Gespärre (Dachgerüst), Fig. 224 B. Das Dachgebind, Fig. 224 A, bildet ein Dreieck, welches als solches in seiner Ebene als unverschiebbar angesehen werden kann. Ueberhaupt muß man bei Bestimmung eines Dachgebindes stets darauf bedacht sein, derartige unverschiebbare Dreiecke herzustellen, welche man auch „feste Knoten" nennt.

Dagegen wird ein solches Gebinde nach der Längenrichtung des Daches immer schwanken und sind daher zur Verhütung dieser Schwankungen noch besondere Vorkehrungen erforderlich, welche man unter dem Namen „Längenverband" begreift. Bei dem einfachen Sparrendach wird der Längenverband durch die aufgenagelten Latten oder Schalbretter und durch die sogenannten Windrispen, Sturm- oder Schwebelatten s, s, Fig. 224 B, Taf. 9, erreicht.

Letztere sind 8 bis 11 cm hohe, 11 bis 13 cm breite Hölzer, die von den Balken ausgehend, in schräger Richtung, von unten mit der

breiten Seite gegen die Sparren mit ſtarken eiſernen Nägeln genagelt und mit ihnen etwas überſchnitten werden.

Die Sparren werden von innen her dadurch gegen das Einbiegen geſichert, daß man den ſogenannten Kehlbalken (Spannbalken) d, Fig. 224 A, anbringt, wodurch die Sparren auseinander geſpreizt werden. Dieſer Kehlbalken wird nach Fig. 224 C in die Sparren eingezapft und verbohrt, oder nach Fig. 224 D mit dem Sparren überblattet. Der Verzapfung iſt unter allen Umſtänden der Vorzug zu geben; denn wird der Kehlbalken mit dem Sparren überblattet, ſo muß der erſtere, um ihn in ſeiner Lage zu erhalten, an den Sparren feſtgenagelt werden. Trocknet nun das Holz des Sparrens nach der Dicke ein, ſo bleibt alsdann dem Sparren kein anderer Stützpunkt, als derjenige, welchen der eingeſchlagene Nagel bildet.

Bei Verzapfungen dagegen gewinnt man an Hirnfläche und ferner kann beim Eintrocknen der Hölzer das zu ſtützende Holz ſich ſoviel, als das Eintrocknen beträgt, nachſenken und die wirkſame Unterſtützung hört nicht auf. Durch das Zapfenloch wird auch das Holz nicht ſo geſchwächt als durch die Ueberblattung.

Die Unterſtützung der Sparren ſoll in ihrem Schwerpunkte und alſo bei gleicher Holzſtärke genau in deren Mitte ſtattfinden.

Die Zimmerleute legen jedoch gewöhnlich den Kehlbalken etwas über den Schwerpunkt, um bei nicht ſehr hohen Dächern beſſer darunter weggehen zu können.

§ 77. Beſtimmung der Sparrenſtärken.

Um die Dimenſionen der Sparren beſtimmen zu können, muß zuvor die Belaſtung derſelben genau ermittelt werden.

a) Beſtändige Belaſtung (Lattung, Schalung, Eigengewicht der Sparren) pro Quadratmeter:

Einfaches Biberſchwanzdach . .	90	kg
Biberſchwanz-Doppeldach . . .	120	„
Kronendach	130	„
Pfannendach	90	„
Pfannendach auf Schalung $2\frac{1}{2}$ cm ſtark und darüber Lattung .	110	„
Deutſches Schieferdach auf Schalung 2 cm ſtark	85	„
Falzziegeldach	110	„

Zinkdach auf 2,5 cm starker Schalung	40	kg
Theerpappendach auf Schalung wie vor	35	„
Holzzementdach auf 3,5 cm starker Schalung und 13/18 cm starken Sparren	180	„
Glasdach auf Eisensprossen . .	20—30	„

b) Der größte Schneedruck kann pro Quadratmeter angenommen werden:

1/2 Dach (Winkeldach) . .	55	kg
1/3 „	65	„
1/4 „	70	„
1/10 „	75	„
Altandach (Holzzementdach) .	75	„

c) Belastung durch Wind.

Nehmen wir als Maximum des Windstoßes 120 kg pro Quadratmeter des vertikalen Querschnitts an, welches einer Geschwindigkeit von 31 m entspricht (Orkan 38 m), so entsteht ein vertikaler Druck des Windes pro Quadratmeter Dachfläche:

1/2 Dach	105	kg
1/3 „	65	„
1/4 „	45	„
1/5 „	34	„
1/10 „	15	„

Die Gesamtbelastungen der Sparren für verschiedene Dächer sind folgende:

	1/2 Dach	1/3 Dach	1/4 Dach
Einfaches Ziegeldach, Pfannendach	250 kg	220 kg	205 kg
Doppeldach, Kronendach . . .	285 „	255 „	240 „
Schieferdach	245 „	215 „	200 „
Falzziegeldach	270 „	240 „	225 „
Theerpappendach	— „	— „	— „
Holzzementdach	— „	— „	— „

Bezeichnen wir die Gesamtbelastung pro Quadratmeter allgemein mit g Kilogramm, die horizontale Projektion der freiliegenden Länge eines Sparrens mit m Meter, Fig. 225, die Querschnittsdimensionen des Sparrens mit b und h in Zentimetern und die Entfernung der

Sparren von Mitte zu Mitte mit a in Metern, so kann man folgende Formeln aufstellen:

$^1/_2$ Dach $b \cdot h^2 = 2{,}2 \cdot a \cdot g \cdot m^2$
$^1/_3$ „ $b \cdot h^2 = 1{,}9 \cdot a \cdot g \cdot m^2$
$^1/_4$ „ $b \cdot h^2 = 1{,}75 \cdot a \cdot g \cdot m^2$
$^1/_5$ „ $b \cdot h^2 = 1{,}64 \cdot a \cdot g \cdot m^2$
$^1/_6$ „ $b \cdot h^2 = 1{,}6 \cdot a \cdot g \cdot m^2$
$^1/_{10}$ „ $b \cdot h^2 = 1{,}58 \cdot a \cdot g \cdot m^2$

Diese Formeln zeigen, daß die Sparren eines flacheren Daches schwächer genommen werden können, als die eines steilen, bei gleichen Spannweiten.

Zieht man die geringere Belastung eines flachen Daches (siehe obige Tabelle) noch in Betracht, so wird der Unterschied noch bedeutender.

Ableitung der obigen Formeln.

Der Sparren hat eine gleichmäßig verteilte Last P zu tragen, ist also in jedem Punkte von einer Kraft angegriffen, welche vertikal abwärts wirkt. Jede von diesen vertikal wirkenden Kräften zerlegt sich nach dem Kräfteparallelogramm in zwei rechtwinkelige Seitenkräfte, wie es in Fig. 225 dargestellt ist. Die eine Seitenkraft R nimmt, indem sie nach der Längenrichtung des Sparrens wirkt, die Druckfestigkeit desselben in Anspruch, während die andere Seitenkraft Q normal auf die Längenrichtung, die Biegungsfestigkeit angreifend, den Bruch zu bewirken sucht. Sobald infolge des Angriffs auf Biegungsfestigkeit eine Biegung des Sparrens veranlaßt wird, werden die Faserschichten im oberen Teil desselben in ihrer Längenrichtung zusammengepreßt, verkürzt, widerstehen mit rückwirkender Festigkeit. Die Faserschichten im unteren Teil dagegen werden ausgedehnt; bieten dem Angriffe auf Zerreißen mit ihrer absoluten Festigkeit Widerstand.

Wirken nun zu gleicher Zeit andere Kräfte (wie im vorliegenden Falle jede Seitenkraft r) nach der Längenrichtung des Holzes, also nur die rückwirkende Festigkeit angreifend, so tritt diese Pressung der erwähnten Ausdehnung in den unteren Schichten entgegen.

Die oberen Schichten aber lassen sich nur in dem Verhältnisse verkürzen, wie sich zugleich die unteren ausdehnen. So lange also keine bedeutende Biegung erfolgt, werden sich die schädlichen Wirkungen beider Seitenkräfte nicht verstärken, sondern sogar teilweise aufheben.

Man hat daher nicht die Summe der Wirkungen beider Seiten*kräfte für die* Berechnung der Dimension eines Sparrens einzuführen,

sondern es genügt vollkommen, den Sparren bei einer sehr steilen Lage nach seiner rückwirkenden, bei einer flachen Lage nach seiner Biegungsfestigkeit zu berechnen.

Hat man die in dem beliebigen Punkte o des Sparrens (links Fig. 225) vertikal wirkende Kraft p in die rechtwinkeligen Seitenkräfte q und r zerlegt, so folgt aus den ähnlichen Dreiecken o p r und B C D

$$q : p = C D : B D.$$

Bezeichnen wir die Sparrenlänge mit l, die horizontale Projektion der freiliegenden Länge eines Sparrens mit m und die vertikale Projektion desselben mit H, so haben wir:

$$q : p = m : l, \text{ und daraus}$$

$$q = p \cdot \frac{m}{l};$$

dasselbe gilt von allen Kräften, welche den Sparren in derselben Weise angreifen. Bezeichnet man daher die Summe aller Kräfte von q mit Q, und die Summe aller Kräfte von p mit P, so ist:

$$Q = P \cdot \frac{m}{l}.$$

Die Kraft Q ist die auf Biegungsfestigkeit des Sparrens angreifende Seitenkraft der ganzen gleichmäßig verteilten Sparrenbelastung P. In dieser Beziehung haben wir, wenn b und h die Abmessungen des Sparrenquerschnittes in Zentimetern bezeichnen, da der Sparren als an beiden Enden frei aufliegend angesehen werden muß, nach Formel 8 in § 58

$$P l = 8 W s \text{ oder } P = \frac{8 W s}{l}$$

und für unsern Fall

$$Q = \frac{P m}{l} = 8 \frac{b h^2}{6} \cdot \frac{s}{l \cdot 100}$$

und setzt man $s = 48$ für Tannenholz, so ist

$$P = \frac{0{,}64 \cdot b h^2}{m}.$$

Bezeichnen wir die vertikale Belastung pro Quadratmeter mit g, kg und die Entfernung der Sparren von Mitte zu Mitte gemessen mit a Meter, so wird $P = a l g$, wenn, wie oben, l in Metern ausgedrückt ist; folglich:

$$a l g = \frac{0{,}64 \cdot b h^2}{m}, \text{ und daraus ist:}$$

$$l = \frac{0{,}64 \cdot b h^2}{a g m} \text{ Meter und}$$

$$b\,h^2 = \frac{a\,g\,m \cdot l}{0{,}64} = \frac{a\,g\,m}{0{,}64} \cdot \sqrt{H^2 + m^2}.$$

Setzen wir nun $H = m$ (Winkeldach), so wird

$$b\,h^2 = 2{,}2 \cdot a\,g\,m^2.$$

Für $\frac{1}{3}$ Dach $H = \frac{2}{3}$ m, folglich $b\,h^2 = 1{,}9 \cdot a\,g\,m^2$

u. s. w.

Bei der Bestimmung der Dimensionen der Sparren kommt es zunächst darauf an, die Entfernung a der Dachgebinde voneinander festzusetzen. Dies hängt zunächst von dem Gewicht des Deckmaterials, von der Stärke der Schalbretter oder Latten und von der Weite der Dachbalken ab. Nach den Erfahrungen darf die Entfernung von Mitte zu Mitte bei dem

Falzziegel-, Doppel- und Krondache . . .	0,80—0,90 m
einfachen Ziegeldache, Biberschwanzdache . .	1,0 „
gewöhnlichen Schieferdache	0,90—1,20 „
Metalldache (Zinkdach)	0,90—1,20 „
Stroh- und Rohrdache	1,50—2,0 „
Holzzementdach	0,70—1,20 „

betragen.

Zur Anwendung des bisher Mitgeteilten mögen folgende Beispiele folgen:

1. Die 4,5 m weit freiliegenden Sparren eines Dritteldaches, mit Schiefer gedeckt, liegen 1,1 m von Mitte zu Mitte entfernt, welche Stärke müssen dieselben erhalten, wenn die Querschnittsdimensionen b und h sich wie 4 : 7 verhalten?

Auflösung. In die Formel $b\,h^2 = 1{,}9\,a\,g\,m^2$ sind folgende Werte einzusetzen:

$$b = {}^4/_7\,h;\ a = 1{,}1;\ g = 205;$$

$$m = 4{,}5^2 - {}^4/_9\,m;\ \text{oder}\ {}^{13}/_9\,m^2 = 4{,}5^2;$$

$$m^2 = \frac{9 \cdot 4{,}5^2}{13} = 14.$$

Demnach wird:

$${}^4/_7\,h^3 = 1{,}9 \cdot 1{,}1 \cdot 205 \cdot 14$$

$$h^3 = \frac{1{,}9 \cdot 1{,}1 \cdot 205 \cdot 14 \cdot 7}{4} = 10497$$

$$h = \sqrt[3]{10497} = 22\ \text{cm rund}$$

$$b = \frac{4}{7} \cdot 22 = 13\ \text{cm rund.}$$

2. Auf welche Länge darf ein Sparren von 18 cm Höhe, 12 cm Breite frei liegen, wenn das Dach mit Schiefer gedeckt ist und die Sparren des Dritteldaches 1 m voneinander entfernt liegen?

Auflösung. In die Formel $b\,h^2 = 1{,}9\,a\,g\,m^2$ sind folgende Werte einzusetzen:

$$h = 18;\ b = 12;\ a = 1;\ g = 205.$$

Folglich wird:

$$12 \cdot 18^2 = 1{,}9 \cdot 1 \cdot 205 \cdot m^2 \text{ oder hieraus:}$$

$$m^2 = \frac{12 \cdot 18^2}{1{,}9 \cdot 1 \cdot 205} = 10 \text{ rund.}$$

Nach dem pythagoräischen Satze ist

$$l^2 = m^2 + \frac{4}{9}\,m^2 = \frac{13}{9}\,m^2 = \frac{13}{9} \cdot 10 = 14{,}4,$$

daher die freiliegende Länge $l = \sqrt{14{,}4} = 3{,}8$ m.

Da es hauptsächlich auf die Steifigkeit der Sparren ankommt, so wird man das Verhältnis der Höhe zur Breite wie 7 : 4 annehmen, und es würde sogar noch zweckmäßiger sein, wenn das Verhältnis noch größer, z. B. wie 2 : 1 genommen würde.

§ 78. Innere Längenverbindung der einzelnen Dachgebinde.

Bei einer Tiefe des Daches über 8 m wendet man Verbindungen an, die nicht allein gegen Horizontalschub wirken, sondern auch die Kehlbalken und damit die Sparren unterstützen. Dergleichen Vorrichtungen kennt man unter dem Namen „Dachstühle."

Man unterscheidet:

1. Stehende Dachstühle, und zwar: einfache, doppelte, drei- und mehrfache, je nachdem eine, zwei, drei oder mehrere Stuhlsäulen vorhanden sind.
2. Liegende Dachstühle.

§ 79. Der einfache stehende Dachstuhl (bei Kehlbalkendächern).

Bedürfen die Kehlbalken eines Daches einer Unterstützung, so kann diese darin bestehen, daß man nach der Länge des Daches einen Unterzug (Rahmen, Pfette) a unter die Kehlbalken b, b . . in deren Mitte anbringt, und diesen auf jeden vierten oder fünften Balken durch einen senkrechten Pfosten (Stuhlsäule) c unterstützt, wie in Fig. 226, Taf. 9, näher dargestellt ist; die ganze Vorrichtung heißt ein einfacher stehender Dachstuhl.

Dasjenige Gebinde, in welchem eine Stuhlsäule den Dachstuhlrahmen unterstützt, heißt ein Hauptgebinde, kurzweg „Dachbinder", dagegen die Zwischengebinde, in denen eine solche Stuhlsäule fehlt und deren Kehlbalken durch den Dachrahmen unterstützt werden, heißen „Leergebinde".

Um den Rahmen in den Zwischenweiten noch zu unterstützen, und gleichzeitig auch, um einen kräftigen Längenverband des Daches zu erhalten, werden Kopf- oder Winkelbänder d, d, Fig. 226 A, angebracht, welche sowohl in der Stuhlsäule, als auch in den Dachrahmen mit Verzapfung eingezapft werden.

Die Kehlbalken werden auf den Rahmen aufgekämmt oder auf denselben aufgedollt.

Das Verkämmen verdient aber unbedingt den Vorzug, indem beim Eintrocknen des Holzes die eingeschlagenen Dollen lose werden und also ihrem Zweck nicht vollständig entsprechen können.

Der einfache, stehende Dachstuhl gewährt nur eine mangelhafte Unterstützung des Kehlbalkens, denn da der Kehlbalken nach beiden Seiten hin über den Rahmen hinausreicht, so erfolgt sehr leicht eine Drehung des Kehlbalkens um den Unterstützungspunkt, wenn beide Langseiten ungleich belastet sind; dadurch wird aber nicht selten ein Herausheben der Sparren aus ihren Zapfenlöchern herbeigeführt.

Der Kehlbalken hat gewöhnlich gleiche Breite mit dem Sparren und eine Höhe, welche sich zur Breite etwa wie 7 : 4 verhält; wird derselbe belastet, so muß seine Stärke noch größer sein.

§ 80. Der doppelte, stehende Dachstuhl.

Da der einfache, stehende Dachstuhl nur eine mangelhafte Unterstützung des Kehlbalkens gewährt, so wendet man denselben nur selten an. Dagegen bedient man sich mit großem Vorteil des doppelten, stehenden Dachstuhls, der in Fig. 227, Taf. 9, dargestellt ist. Die Kehlbalken sind durch zwei Rahmenstücke a, a unterstützt und auf dieselben verkämmt.

In jedem Binder — also auf eine Weite von 4 bis 5 m — erhalten die Rahmen zwei Stuhlsäulen b, b, von denen die Benennung herrührt, und diese erhalten, zur sicheren Stellung, zwei Kopfbänder c, c, die in die Stuhlsäulen und Rahmen eingezapft werden.

Häufig findet man nach altem Herkommen an den Stuhlsäulen Fußbänder und obere Winkelbänder zwischen Säule und Kehlbalken angebracht, welche aber ganz überflüssig sind, da nach der Tiefe ein Ver*schieben unmöglich ist.*

Wenn die Stuhlsäulen nicht so angeordnet werden können, daß sie auf unterstützte Balken treffen, die entweder auf oder nahe an Querwänden liegen, oder von Längewänden getragen werden, so daß ein Biegen des Balkens zu fürchten ist, so werden die Säulen in eine Schwelle n (Stuhlschwelle) verzapft, wodurch der Druck auf mehrere Balken verteilt wird. Man nennt dieses einen verschwellten Stuhl.

Der Kehlbalken wird am besten nach Fig. 227A mit dem Sparren durch einen verbohrten, schrägen Zapfen verbunden.

Der Stuhlpfosten wird so nahe an den Sparren gestellt, daß, wenn von der inneren Oberkante der abgeschrägten Stirnfläche des Kehlbalkens, Fig. 227A, eine lotrechte Linie gefällt wird, in deren Verlängerung die Außenfläche des Rahmens zu liegen kommt.

In Fig. 227B ist der Kehlbalken mit dem Sparren überblattet, wodurch aber die in § 76 angeführten Nachteile entstehen. Der Rahmen ist seitwärts etwa um 5 cm ausgeschnitten und um ebensoviel die Stuhlsäule, so daß beide Hölzer etwa 10 cm ineinander eingreifen. Die Längenverbindung des Daches wird durch Kopfbänder, die von den Stuhlsäulen nach den Rahmen gehen, erlangt. Erstere können nur in den Rahmen verzapft werden, während sie in die Stuhlsäulen mit schwalbenschwanzförmigen Blättern eingeblattet und genagelt werden.

Wir können indessen die ganze Konstruktion nicht billigen, denn die Hölzer sind an den Verbindungsstellen miteinander überschnitten und durch Nägel resp. Schraubenbolzen miteinander verbunden, wodurch aber dieselben bedeutend geschwächt werden, und wenn man außerdem das Eintrocknen der Hölzer der Dicke nach in Rücksicht zieht, so leuchtet ohne weiteres ein, daß von sogenannten „festen Knoten" nicht die Rede sein kann.

§ 81. Der dreifache, stehende Dachstuhl.

Bei noch größerer Gebäudetiefe oder Spannung, z. B. über 13 m, bleibt es zwar bei der Anwendung eines doppelten Dachstuhles; allein da die Dachstuhlsäulen hier unverhältnismäßig weit auseinander kommen und der Kehlbalken folglich auf zu großer Weite freiliegt, so wird derselbe in der Mitte noch durch eine besondere Stuhlwand, Fig. 228, Taf. 9, unterstützt. Auch ist es bei solchen weiten Spannungen geraten, die Stuhlsäulen auf Schwellen zu stellen, welche durch die ganze Länge des Gebäudes gehen. Diese verteilen den Druck der Stuhlsäulen über die ganze Balkenlage und verhindern, daß die dann weit nach der Mitte zu auf den Balken stehenden Stuhlsäulen einen zu großen Druck auf den Balken ausüben, wodurch er sich leicht biegen könnte.

Den oberen Teil der Sparren unterstützt man noch mit einem Kehlbalken, welcher wiederum von einem einfachen Stuhl unterstützt werden kann.

Den Stuhlsäulen des dreifachen Dachstuhls gibt man eine Höhe von 2,5 bis 2,75 m, überhaupt aber bringt man den unteren Kehlbalken auch bei kleineren Spannungen gern so hoch an, daß man darunter bequem weggehen kann. In Fig. 228A, Taf. 10, ist der Längsschnitt dargestellt, welcher ohne weiteres deutlich sein wird.

§ 82. Der liegende Dachstuhl.

Liegende Dachstühle unterscheiden sich von den stehenden Dachstühlen dadurch, daß bei jenen die Dachstuhlsäulen in der Richtung der Sparren schräg, in diesen gerade oder senkrecht stehen. Sie sind holzverschwenderisch und daher weit kostspieliger als die stehenden Stühle; sie gewähren zwar einen freien Bodenraum, sind aber auch eher Reparaturen unterworfen. Nach Leideritz Berechnung verhält sich die Holzmasse beim stehenden und bei dem liegenden Stuhl wie 213 : 923. Dabei eignet sich letzterer nicht zu einem Dache, welches niedriger als $^1/_3$ Dach ist.

Der liegende Stuhl besteht, wie Fig. 229, Taf. 10, zeigt, aus den Dachstuhlschwellen a, a, den liegenden Stuhlsäulen b, b, den Dachstuhlrähmen c, c, den Bändern d, d und dem Spannriegel e. Letzterer ist hier vorzüglich beim Aufstellen des Dachstuhls oder dem sogenannten Richten unentbehrlich, indem er die liegenden Stuhlsäulen hält, bis der Kehlbalken f eingelegt ist, worauf alsdann die Sparren gebracht werden.

Wenn alle Binder aufgestellt sind, so werden die Leergebinde, Fig. 229A, Taf. 10, dazwischen gebracht, deren Kehlbalken, wie bei den stehenden Dachstühlen, auf den Dachstuhlrahmen ruhen.

Die Stuhlsäulen werden gewöhnlich aus starkem Halbholze hergestellt; dieselben müssen an ihrem oberen Ende eine Breite von mindestens 27 bis 32 cm, bei einer Stärke von 16 bis 21 cm erhalten, damit das Rahmstück c, Fig. 229B, darauf gezapft und vor diesem an der Stuhlsäule noch ein Blatt h erhalten werden kann, welches dann mit einem kurzen Zapfen noch in den Kehlbalken f eingreift. Hauptsächlich dient aber das Blatt dazu, den Spannriegel e aufzunehmen.

Was die Breite der Stuhlsäule an ihrem unteren Ende betrifft, so muß diese 16 bis 21 cm betragen, damit sie mit einem hinreichend starken Zapfen nach Fig. 229C in die Dachstuhlschwelle a eingesetzt werden kann.

Man setzt auch bisweilen die Stuhlsäule mit einem starken Zapfen unmittelbar in den Dachbalken ein, wie in Fig. 230 angedeutet ist. —

Fig. 229 B, Taf. 10, zeigt den Längendurchschnitt eines Daches mit liegendem Stuhl.

Das „Abbinden" des stehenden und liegenden Dachstuhls werden wir später, wenn von den Walmdächern die Rede ist, kennen lernen.

§ 83. Die Pfettendächer mit Hauptsparren.

Die Pfettendächer unterscheiden sich von den bisher beschriebenen Dächern dadurch, daß die Sparren unmittelbar auf horizontalliegenden „Pfetten" ruhen, welch' letztere wiederum von den Hauptbindern eine Unterstützung erhalten.

Das einfachste Pfettendach besteht aus den Hauptsparren a, a, welche eine Firstpfette b tragen, der Fußpfette c und den Sparren d, d, Fig. 231, Taf. 10.

Was die Entfernung der Hauptgebinde von einander betrifft, so hängt diese zunächst von der Wahl des Deckmaterials, sowie von der Stärke der zu verwendenden Firstpfette ab. — Nimmt man die Stärke der Pfette zu 16 bis 19 cm an, so kann man die Hauptgebinde bei Ziegel- oder Schieferdächern 3,75 bis 4 m, bei Asphalt- und Metalldächern bis zu 4,7 m von Mitte zu Mitte auseinander stellen.

Den Längenverband erhält das Dach durch die Firstpfette, welche von den Giebelwänden aus durch Kopfbänder, Fig. 231 A, unterstützt wird, und ferner durch Sturmlatten f, die man unterhalb der Dachsparren anbringt.

Die Firstpfette erhält bei einem Winkeldache einen quadratischen Querschnitt und eine solche Lage, daß eine der Diagonalen des Querschnitts vertikal gerichtet ist, Fig. 231 B.

Ist das Dach kein Winkeldach, sondern flacher, so kann die Verbindung der Firstpfette mit den Sparren, Fig. 231 C, geschehen. Häufig werden aber auch zwei Pfetten nach Fig. 232, Taf. 10, angeordnet. Die Pfetten werden dann auf die Hauptsparren verkämmt und außerdem noch durch Knaggen, welche auf die Hauptsparren festgenagelt sind, unterstützt und somit am Heruntergleiten gehindert.

Die Sparrenschwelle (Fußpfette) wird entweder mit dem Balken m verkämmt, oder sie wird circa 0,6 m von der Oberkante des Balkens entfernt auf die Hauptsparren verkämmt und durch aufgenagelte Knaggen in ihrer Lage gesichert, Fig. 232.

Da die Hauptsparren den größten Teil des Daches unmittelbar zu tragen haben, so müssen dieselben mit Versatzungen in die Balken ein-

gesetzt werden, damit die Zapfen der Sparren nicht allein den bedeutenden Schub auszuhalten haben.

Müssen außer der First- und Fußpfette noch mehrere Zwischenpfetten angeordnet werden, so leuchtet ein, daß die Hauptsparren eine Unterstützung zwischen ihren Endpunkten bedürfen, und es liegt nahe, diese entweder nach Fig. 232, Taf. 10, durch Streben a, a, oder nach Fig. 233 und 234, Taf. 10, durch stehende Stühle anzuordnen.

Bei den in Fig. 232 und 233 dargestellten Pfettendächern werden zur Verstärkung des Längenverbandes die Hauptsparren nach Fig. 232 A durch Kreuzstreben b, b miteinander verbunden. Diese Kreuzstreben werden, wo sie sich treffen, miteinander überschnitten und an ihren Enden mit Zapfen in die Hauptsparren c, c eingesetzt; ferner werden dieselben dann auch noch mittels Schraubenbolzen an die Pfetten befestigt.

Da die Zwischenpfetten durch die Belastung des Daches nach der Richtung der Hauptsparren und senkrecht zu diesen auf Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen werden, so folgt, daß für ein Winkeldach die Pfette einen quadratischen Querschnitt erhalten muß, Fig. 232 B.

Ist die Dachhöhe kleiner, als die halbe Spannweite, so muß die auf dem Sparren senkrechte Abmessung der Pfette die größere sein. Das umgekehrte Verhältnis findet statt, wenn die Höhe des Daches größer als die halbe Spannweite desselben ist.

Bei dem in Fig. 234, Taf. 10, angegebenen Dachverbande sind die beiden Dachstuhlwände a b und c d mit Rähmen und Kopfbändern versehen, wodurch eine weitere Anordnung zur Sicherung des Längenverbandes überflüssig wird.

Fig. 235, Taf. 10, zeigt das Querprofil eines Pfettendaches von 16 m Spannweite. Der Spannriegel a erhält in der Mitte seiner Länge noch eine Unterstützung durch die doppelte Hängsäule b, welche eine Firstseite c trägt und von den Hauptsparren d, d gehalten wird.

§ 84. Die Pfettendächer mit stehenden Dachstühlen.

Die Unterstützung der Dachpfetten kann auch auf andere Weise als durch Hauptsparren geschehen, indem man sie unmittelbar durch Dachstuhlwände unterstützt, man unterscheidet wieder einfache, doppelte, drei- und mehrfache Dachstühle.

Bei diesen Dachbindern ist eine große Standsicherheit gewährleistet, namentlich im Gegensatz zu den in §§ 79 bis 81 vorgetragenen *stehenden Dachstühlen* bei den Kehlbalkendächern. Der Kehlbalken fällt

vollständig fort und dafür tritt gewöhnlich eine Doppelzange f unter den Mittelpfetten auf, welche stets die beiden Bindersparren e, e (Fig. 236, Taf. 10 und Fig. 239, Taf. 11) mit den Stuhlsäulen b, b verbindet und somit zur Bildung von „festen Knoten" wesentlich beiträgt.

Der einfache stehende Pfettendachstuhl besteht aus der Stuhlpfette a, Fig. 236 und 236 A, Taf. 10, welche zugleich Firstpfette wird, dem Stuhlpfosten b und den Kopfbändern c, c. Die Sparren ruhen am Fuße entweder auf einer Fußpfette d, Fig. 236 A, welche mit den Balken verkämmt ist, oder sie werden in die Balken verzapft. Erstere Art, besondere Fußpfetten einzuführen, ist die für die Praxis vorteilhaftere, da man dann nur sogenannte Binderbalken gebraucht und die übrigen Dachbalken beliebig einteilen kann, also unabhängig von der Sparreneinteilung ist.

Das Verfahren, die Sparren auf die obere Fläche der Pfetten zu legen und zur Auflage den erforderlichen Holzteil aus dem Sparren zu nehmen, ist gebräuchlich, aber bei schwachen Sparren besser zu unterlassen, hier ist dann die in Fig. 237, Taf. 11, dargestellte Verbindung der Sparren mit der Pfette besser, bei welcher der Sparren mit einem schwachen Einsatze, welcher oben rechtwinkelig geschnitten ist, sich in einen entsprechenden Ausschnitt der Pfette, gleich einer Ueberkämmung, eingelegt, und von dieser Auflage nicht weichen kann, ohne die Pfette umzukanten. Da die Einschnitte an der Pfette nur da vorkommen, wo die Sparren aufliegen, so ist dadurch zugleich die Stellung der Sparren in einer senkrechten Ebene gesichert.

In Fig. 238, Taf. 11, ist noch eine Verbindung der Sparren mi den Enden des Balkens angedeutet, bei welcher der über das Balkenende hinaus verlängerte Sparren beinahe in seiner ganzen Breite rechtwinkelig gegen den Sparren in den Balken versetzt ist.

Die beiden Blätter des über die Versatzung hinausreichenden Balkenkopfes greifen schwalbenschwanzförmig in die geringen seitlichen Einschnitte der Sparren.

Der einfache Pfettendachstuhl versperrt durch die in der Mitte des Dachraumes stehende Stuhlsäule diesen sehr, so daß man den einfachen Stuhl nur selten anzuwenden pflegt.

Praktischer anwendbar und auch stabiler ist der doppelte stehende Pfettendachstuhl, wie ihn Fig. 239, Taf. 11, darstellt.

Damit die Pfetten a, a nicht nach außen umkanten können und ihre gleichmäßige Entfernung voneinander gesichert wird, sind sie auf die Doppelzange f aufgekämmt, diese selbst umfaßt die Bindersparren e, e

häufig mit Verſatzung und ſchwalbenſchwanzförmiger Anblattung. Zur beſſeren Querverſpannung ſind noch Kopfbänder g, g von den Stuhlpfoſten b, b nach der Zange angenommen, und mit dieſer verblattet und verbolzt. Der „Binderbalken“ der Dachbalkenlage erhält nach Fig. 239 A eine größere Stärke 24/26 cm, während die übrigen Deckenbalken nur 18/26 cm ſtark ſind.

Da eine Firſtpfette den Horizontalſchub der Sparren bedeutend vermindert, ſo thut man gut, dieſelbe nach Fig. 240, Taf. 11, anzuordnen. Die doppelte Zange f umfaßt die mit ihr verbolzten und verkämmten Streben s, s, welch' letztere ſich im Firſt überblatten und mit Blatt auch noch die Binderſparren e, e faſſen.

Liegt die Pfette nach Fig. 241 neben der Stuhlſäule, ſo werden die Kopfbänder in die Pfette und in die Stuhlſäule auf die halbe Stärke angeblattet.

Fig. 242, Taf. 11, zeigt einen dreifachen Pfettendachſtuhl. Der Dachſtuhl zeigt in ſeiner erſten Hälfte ſtehende Stuhlſäulen, auch hier iſt eine beſondere Stuhlſchwelle, wie in § 81 erwähnt, ganz am Platze. Links iſt die Stuhlſäule ſchräg liegend gezeigt, hierbei iſt eine ſorgfältige Verbindung ihres oberen Endes mit dem Sparren beſonders nötig, auch muß die Doppelzange als Spannriegel wirken und kann auch eine kurze untere Doppelzange h nicht entbehrt werden. Zum beſſeren Längsverband und Sicherung der Mittelſäule iſt eine Doppelzange z oberhalb der Doppelzange f angeordnet.

§ 85. Die Dächer mit erhöhten Frontmauern.

Um einen höheren Bodenraum zu gewinnen, und beſonders um ein kräftiges Hauptgeſims mit Fries anordnen zu können, führt man die Frontwände der Gebäude über die Dachbalkenlage hinauf, ſo daß letztere tiefer liegt, als der Fuß der Sparren. Da bei den Dächern mit erhöhten Frontmauern (Drempelwänden, Knieſtock) die Sparren nicht in die Balken eingeſetzt werden, ſo folgt, daß letztere nicht mehr nach der Tiefe des Gebäudes zu liegen brauchen, ferner kann die Entfernung der Sparren voneinander anders als die der Balken ſein.

Fig. 243 und 243 A, Taf. 11, ſtellt einen ſtehenden Kehlbalkendachſtuhl mit Kniewand dar.

Die Sparren werden in die Stiche d, d mit Zapfen eingeſetzt. Damit auch die Sparren der Leergebinde in Stiche eingeſetzt werden können, legt man von einem Hauptgebinde zum anderen Wechſel a, a,

welche in die Stiche der Hauptgebinde mit Zapfen und Verſatzung eingeſetzt werden.

In dieſe Wechſel werden dann die Stiche für die Leerſparren mit ſchwalbenſchwanzförmigen Zapfen eingeſetzt.

Das Ausweichen der Binderſtiche wird verhindert, wenn dieſelben mit den Stuhlpfoſten b, b durch umgelegte eiſerne Bänder feſt verbunden werden.

Fig. 244 und 244 A, Taf. 11, zeigt den Verband eines Dachſtuhles mit erhöhten Frontmauern von 12,40 m Spannweite. Dieſer Dachſtuhl wird beſonders da anzuraten ſein, wo ein ganz freier Dachraum gefordert wird.

In Fig. 245 und 245 A, Taf. 11, iſt die Anordnung eines liegenden Kehlbalkendachſtuhles mit erhöhten Frontwänden dargeſtellt, welcher einer Erläuterung nicht bedarf.

Fig. 246, Taf. 11, zeigt einen dreifachen Kehlbalkendachſtuhl mit erhöhten Frontmauern. Um die Stichbalken, in welche die Sparren eingeſetzt werden, überflüſſig zu machen, ſind an beiden Seiten des Gebäudes an die erhöhten Frontmauern niedrige Fachwände a b angeordnet, auf deren Rähmen a die Sparren aufgeklauet werden.

Ordnet man einen Dachſtuhl mit Kniewand ohne Kehlgebälk, Fig. 247, Taf. 11, an, ſo hat man vor allen Dingen darauf zu ſehen, daß die Stabilität der Kniewand nicht gefährdet wird.

In Fig. 247 ſind links dicht hinter der Frontmauer bei jedem Binder ſogenannte Drempelſtiele a angeordnet, dieſe ſind mit den liegenden Stuhlſäulen durch Zangen verbunden.

Rechts in der Figur gehen von den Binderbalken nach den Sparren Streben d, welche durch Doppelzangen mit den Drempelſtielen verbunden ſind. Dieſe Anordnung ſteht aber der links in der Figur angedeuteten an Solidität bedeutend nach. Fürchtet man noch ein Ausbiegen der Fachwerkspfette zwiſchen den Bindern, ſo kann man auch ein Stichgebälk nach Fig. 248, Taf. 11, anbringen.

In Fig. 249 und 249 A, Taf. 11, geben wir ein Beiſpiel von einem Pfettendache mit erhöhten Frontmauern, welches ſo konſtruiert iſt, daß der innerhalb des Knieſtocks der Umfangsmauern und im Dache ſelbſt befindliche Raum möglichſt frei bleibt. Das Hauptgebälk dieſes Gebäudes weicht von der ſonſt üblichen Anordnung von Gebälken darin ab, daß die eigentlichen Balken a, a nicht ſenkrecht gegen die Langſeiten des Gebäudes gerichtet, ſondern parallel mit dieſen Seiten gelegt ſind. Die liegenden Stuhlpfoſten b, welche von den Binder-

balken (Bundbalken) c bis zu $^1/_3$ der Länge der Hauptsparren d angesetzt sind, werden durch doppelte Zangen e mit diesen Hauptsparren zu einem unverschieblichen Ganzen verbunden.

Die oberen Enden der Hauptsparren sind mit normalen Schnittflächen an eine Hängsäule g angesetzt, Fig. 249 A, welche durch doppelte Zangen h mit den beiden Hauptsparren d, d verbunden ist, Fig. 249. Die Hauptsparren erhalten dann in Abständen von etwa 1,20 m parallel den Langseiten gehende Sparren, auf welche dann die Schalung kommt.

Die Längenverbindung des Daches wird erreicht durch die Sparren m, welche auf die Hauptsparren verkämmt sind, und zur größeren Verstärkung sind von der Hängsäule g aus noch Kopfbänder nach der Firstpfette o hin angeordnet.

Das Dach kann für Spannweiten von 13 bis 15 m dienen, und müßten alsdann die Hauptsparren eine entsprechende Stärke erhalten. In Fig. 250 ist die obere Verbindung der Hängesäule mit den Hauptsparren und der Firstpfette dargestellt. Die Hängesäule hat einen verbreiterten Kopf.

§ 86. Die flachen Dächer.

Das flache Dach kann entweder unmittelbar auf dem Dachgebälk liegen, oder es kann ein Dachboden bedingt werden, wobei dann die Sparren an ihren unteren Enden durch Kniewände unterstützt werden.

In Fig. 251 und 251 A, Taf. 11, liegt das flache Dach unmittelbar auf dem Dachgebälk. Um die erforderliche Neigung des Daches herzustellen, kann die über die Mitte des Balkens liegende Pfette aus zwei übereinander liegenden Hölzern gebildet werden oder sie erhält einen ganz kurzen Stiel, dagegen können die anderen Pfetten aus einfachen Hölzern bestehen.

Erhält das Dach eine größere Höhe, so werden unter die Zwischenpfetten kurze Pfosten c, c, nach Fig. 252, gestellt.

Die Sparren werden im First miteinander verblattet, und statt der gewöhnlichen hölzernen Nägel eiserne Niete nach Fig. 251 A angewendet

Soll der unter dem Dache befindliche Raum zu Bodenraum eingerichtet werden, so ordnet man häufig soviel Stuhlwände an, als die Unterstützung der Sparren verlangt, ohne diese Wände durch Zangen miteinander zu verbinden. Diese Anordnung darf aber nur dann gemacht werden, wenn eine Firstpfette vorkommt, weil diese den Horizontalschub der Sparren aufhebt. Besser ist es dagegen stets, eine Zange

anzunehmen, wie in Fig. 253 und 254, Taf. 12, angegeben. Fehlt die Firſtpfette, ſo iſt eine in jedem Gebinde, Fig. 255, Taf. 12, mit den Sparren feſt verbundene Doppelzange unentbehrlich.

In Fig. 203, Taf. 8, iſt ein linſenförmiger Balken zur Unterſtützung der Dachpfetten c, c angebracht.

Die angeführten Beiſpiele werden genügen, um die Art und Weiſe der Anordnung flacher Dächer zu zeigen.

§ 87. Die Dächer mit Hängwerken.

Kann das Gebälk keine Unterſtützung von unten durch Mauern oder Fachwerkswände erhalten, ſo wendet man, um das Dachgerüſt ſchwebend zu erhalten und gleichzeitig auch das „Durchſchlagen" der Dachbalken zu verhindern, die bereits im dritten Kapitel näher beſchriebenen Hängwerke an. — Beträgt die freiliegende Weite einer Balkendecke nicht mehr als 10 m, ſo bedient man ſich des einfachen Hängwerks. Bei einer freiliegenden Weite von mehr als 10 bis 15 m wendet man ein doppeltes, und bei einer Weite der Balkendecke über 15 bis 20 m ein dreifaches Hängwerk an.

In den Fig. 256 und 256A, Taf. 12, iſt ein einfaches Hängwerk, mit einem Pfettendache verbunden, im Quer- und Längendurchſchnitt dargeſtellt.

Die Firſtpfette a ruht auf der Hängſäule b, auf welche ſie verzapft iſt. Die Hängſtreben c, c werden von Doppelzange d umfaßt und erhalten ſo eine Unterſtützung in der Mitte ihrer Länge. Der Längenverband des Daches kann durch Kopfbänder e, e, von der Hängſäule aus nach der Firſtpfette, geſchehen.

Die Unterſtützung der Zwiſchenbalken f, f in ihrer Mitte geſchieht durch den Träger g, welcher dicht neben die Hängſäule auf die Hängwerksbalken h gelegt wird, an welchem dann die Balken verbolzt werden.

Die in Fig. 257, Taf. 12, gezeichnete Konſtruktion unterſcheidet ſich von der vorigen dadurch, daß zur beſonderen Unterſtützung der Streben a noch die Bänder b, b angeordnet ſind. Auf den Hauptſparren ruhen die Zwiſchenpfetten c, c in der Art, wie in § 83 bei den Pfettendächern näher angeführt wurde. Eine unter die Mittelpfetten c, c anzubringende Doppelzange iſt der Deutlichkeit halber hier fortgelaſſen.

Die Unterſtützung der Zwiſchenbalken geſchieht durch den Unterzug d, welcher mit den einzelnen Hängſäulen nach Fig. 117, Taf. 4, durch Hängeiſen verbunden iſt.

In Fig. 258, Taf. 12, ist ein einfaches Handwerksdach dargestellt, bei welchem die Hängwerksstreben a, a mit Unterstreben b, b durch Schraubenbolzen verbunden sind. Die Gegenstrebe c stemmt sich unmittelbar gegen die Unterstrebe b, wodurch dann die Hauptstreben die nötige Unterstützung erhalten. Die Gegenstreben sind mit Zapfen und Versatzung in die Hängsäule d eingesetzt. Zur Unterstützung des Längenverbandes dienen Sturmlatten, zwischen den Pfetten, oder Kreuzstreben zwischen den Hauptstreben. Die oberhalb der Mittelpfetten anzubringende Doppelzange ist auch hier der Deutlichkeit halber fortgelassen.

Muß der Hängwerksbalken zweimal, außer an seinen Enden unterstützt werden, so kann die Anordnung nach Fig. 259, Taf. 12, geschehen. Die Anordnung des doppelten Hängewerks dürfte ohne weiteres klar sein.

Fig. 260, Taf. 12, zeigt ein doppeltes Hängwerk mit einem Pfettendache verbunden, welches namentlich beim Aufstellen des Dachstuhles bequem ist.

Eine gute Konstruktion entsteht, wenn der Hängwerksbalken selbst als Träger bezw. Unterzug ausgebildet wird. wie in Fig. 261, Taf. 12, dargestellt ist, die Hängesäulen sind doppelt und umfassen die Streben und die Bindersparren, die Streben sind im unteren Teil verstärkt und reichen bis zum First, wo sie hier eine Hängsäule tragen, auf welcher die Firstpfette liegt. Ein guter Längenverband wird dadurch erreicht, daß man zu jeder Seite der Hängsäule ein langes Kopfband nach der Firstpfette reichen läßt. Die übereinander liegenden Hängstreben werden, wie in der Figur angedeutet, durch Verdübelung und Verbolzung miteinander verbunden, damit sie als ein Ganzes zu betrachten sind, und demnach den Pfettendruck besser aushalten können, als wenn sie ohne alle Verbindung übereinander liegen. Die unteren Streben spreizen sich unmittelbar gegen den Spannriegel.

Liegen die Balken nach der Länge des Gebäudes, so können dieselben entweder an die Hängwerksbalkeo verbolzt werden (rechts in der Figur), oder sie liegen, wie in der Figur links angedeutet ist, auf den Hängwerksbalken, mit welchen sie verkämmt sind.

In Fig. 262 ist ein doppeltes Hängwerk in Verbindung mit einem Kehlbalkendach gezeichnet.

Die Stuhlsäulen a, a dienen als Hängsäulen, und man hat nur darauf zu sehen, ob oberhalb Holz genug für den Kopf derselben bleibt. Vergl. § 25 und Taf. 3.

Nimmt man die Hängsäulen doppelt, und läßt sie den Kehlbalken, *Spannriegel*, die Strebe und Sparren nach Fig. 263 umfassen, so erhält

man eine festere Verbindung. Die in Fig. 264 angebrachten Kopfbänder a unterstützen den Spannriegel b, welcher eventuell durch ein zwischen Kehlbalken c und Spannriegel b gelegtes Rahmholz mehr belastet wird. Ein solcher Fall tritt ein, wenn der Kehlbalken zu lang wird, etwa über 4 m.

Sind drei Hängsäulen erforderlich, so ist die Konstruktion nach Fig. 265, Taf. 12, bei welcher ein doppelter Hängbock in einem einfachen eingeschlossen ist, zu empfehlen. Die Hängsäulen a, a, a sind doppelt und umfassen den einfachen Spannriegel b. Die übereinander liegenden Streben sind durch Verdübelung und Verbolzung miteinander verbunden. Der Längenverband des Daches wird durch Kreuzstreben hergestellt, welche von der Zange c nach der Firstpfette d gehen.

Die freie Tragweite kann zu 17 bis 20 m angenommen werden. In Fig. 266, Taf. 12, ist noch die Verbindung der doppelten Hängsäule a mit einem Dachbalken b und dem Unterzug c dargestellt, hier zugleich Hängewerksbalken ist.

Wenn das Dach mit einem Kniestock versehen ist, so ordnet man das Hängwerk fast ganz unabhängig von dem Dache an, und hat nur bei der Bestimmung der Anzahl der Hängsäulen darauf Rücksicht zu nehmen, daß allein diese die geeigneten Unterstützungen für die Rahmen und Dachpfetten abgeben können.

Die Anordnung von dergleichen Dächern ist so einfach, daß die in Fig. 267 bis 272, Taf. 13, dargestellten Verbindungen als Beispiele genügen werden.

Eine weitere Erklärung dieser Konstruktion ist nicht erforderlich, indem nach dem bereits Mitgeteilten die verschiedenen Anordnungen hinreichend aus den gegebenen Figuren erhellen. Ebenso haben wir keine neuen Einzelheiten zu besprechen, denn die Verbindung der einzelnen Hölzer haben wir schon früher im vierten Kapitel weitläufig erörtert. Es ist nur noch zu bemerken, daß in Fig. 271 die doppelten Hängesäulen, die einfachen Streben und den einfachen Spannriegel, aber auch die Doppelzange unter den Mittelpfetten umfassen. In Fig. 272 wird ein fünffacher Hängebock dargestellt, der ohne weiteres klar ist; an den Aufhängepunkten des Unterzuges sind Sattelhölzer untergelegt und mit diesem verdübelt und verbolzt. Der untere Spannriegel überblattet sich mit der einfachen oberen Strebe. Beide Streben sind am Fuß durch Verdübelung und Verbolzung miteinander verbunden.

§ 88. Die Sprengwerksdächer oder die Dächer ohne Durchzüge.

Läßt man die Dachbalkenlage fort und bringt zur Unterstützung des Dachwerks Streben an, welche von Umfangsmauern oder Wänden ausgehen, so wird das Dach ein Sprengwerksdach oder ein Dach ohne Balkenlage genannt.

Zu diesen Dachwerken gehören auch die zur Ueberdachung weiter Räume angewendeten Bohlenkonstruktionen, welche später betrachtet werden sollen.

Das in den Fig. 273 und 273A, Taf. 13, gezeichnete Sprengwerksdach von 13 m Spannweite besteht aus den Stuhlpfosten a, a, den Hauptsparren b, b, welche die Dachpfetten c, c tragen, den Tragbändern d, d, die mit Versatzungen ohne Zapfen in die Hauptsparren eingesetzt und verbolzt werden, den Zangen e, e, dem Spannriegel f und der doppelten Hängsäule g, welche den Spannriegel und den Hauptsparren umfaßt.

Der Längenverband wird erreicht durch Strebekreuze, welche von der Doppelzange m nach der Firstpfette n gehen, wie solches der Längendurchschnitt, Fig. 273A, zeigt.

Die Stuhlpfosten stehen in Schnittsteinen o, o, und es ist vorteilhaft, dieselben etwas nach innen zu neigen.

Die Entfernung der Binder voneinander beträgt nicht mehr als 3,5 bis 4 m. Was die einzelnen Verbindungen des Gespärres anbelangt, so sind dieselben recht „fest“ zu bilden, damit der Horizontalschub möglichst gering ausfällt.

Ardant bemerkt, daß es am besten wäre, die Unterschneidungen, wobei jedes Holz zur Hälfte ausgeschnitten wird, nur im äußersten Notfalle anzuwenden, und statt der Zapfen einfache Versatzungen, durch Schraubenbolzen gesichert, anzuwenden.

Gut ist es, dünne Bleiplatten oder noch besser Zinkblechstreifen zwischen die Fugen zweier Hölzer zu bringen, um jedes Ineinanderdrücken der Fasern des Holzes zu vermeiden.

Auch ist die Last der Bedachung auf möglichst viele Punkte zu verteilen, weshalb die Entfernung der Pfetten voneinander nicht über 2,8 bis 3,1 m zu nehmen ist.

Sobald das Gespärre belastet wird, tritt eine Senkung des Scheitels *und eine horizontale* Verschiebung des unteren Sparrenendes ein.

Nach Ardant würde die Senkung im Scheitel bei 13 m Spannweite des Daches circa 4 bis 5 cm und die horizontale Verschiebung des unteren Sparrenendes 2 bis 2,5 cm betragen.

Beim Aufschlagen eines solchen Daches werden zuerst die einzelnen Bindergespärre aufgestellt; auf diese werden dann die Dachpfetten befestigt, die endlich die Dachsparren aufnehmen. Da bei der Belastung die Binder im Scheitel sich senken, so werden die Dachsparren von der Firstpfette und den diesen zunächst liegenden Pfetten gelöst und müssen nun einen starken Schub auf die Sparrenschwelle p ausüben, weshalb Ardant den Vorschlag macht, die Sparrenschwelle anfänglich auf Keile zu legen, und diese bei der allmählichen Belastung ebenfalls allmählich zu senken bis die Dachsparren auf der Firstpfette aufliegen.

Die Stärken der Hölzer sind in den Figuren angegeben.

In den Fig. 274 und 274 A, Taf. 13, ist der Stuhlpfosten a doppelt, und das Tragband d einfach. Der Doppelpfosten umfaßt das Sparrenende b und ist mit ihm verbolzt. Ueber diese Verbindung geht nach der Mitte des Tragbandes noch eine Zange e.

Die Hauptsparren und Stuhlpfosten eines Sprengwerksdaches müssen schon bei geringer Spannweite eine bedeutende Stärke haben, und um daher schwächere Hölzer verwenden zu können, setzt man nach Fig. 275, Taf. 13 und Fig. 276, Taf. 14, zwei polygonal geformte Gespärre übereinander. Bei dieser Anordnung erhalten die Hauptsparren und Stuhlpfosten ungefähr nur $^2/_3$ von der Stärke der Hölzer eines nach Fig. 273 konstruierten einfachen Gespärres von gleicher Spannweite. Die Ausbildung des Dachbinders in Fig. 276, Taf. 14, erfolgt nach einem Halbkreis, alle Zangen sind in gleichen Abständen und nach dem Mittelpunkt des Halbkreises gerichtet.

Fig. 277, Taf. 14, stellt ein Sprengwerksdach einer Fachwerkskirche dar.

Die Spannweite des mittleren Raumes ist 21 m, die Weite der Emporen 4,5 m, so daß also die ganze Weite der Kirche 30 m beträgt.

Gegen den Horizontalschub sind durch den innigen Zusammenhang der Emporen mit dem Dachgerüste kräftige Vorkehrungen getroffen.

In diesem Gespärre sind alle Hölzer gerade, mit Ausnahme des mittleren und der kleinen Ausfüllungsstücke.

Diese krummen Holzstücke tragen aber wenig zur Festigkeit der Konstruktion bei.

Aus der Betrachtung der Figuren wird die Konstruktion so deutlich hervorgehen, daß eine weitere Erläuterung derselben überflüssig erscheint.

Nach dem Vorstehenden wird es nicht schwer halten, Sprengwerksdächer von geringeren und größeren Spannweiten zu konstruieren, und wir können daher, um Raum zu ersparen, weitere Zeichnungen entbehren.

Zum Schluß wollen wir hier noch einiges über den Horizontalschub der Sprengwerksdächer anführen:

Nach den umfassenden Versuchen von Ardant äußert ein Gespärre ohne Durchzug, wie auch immer die Form und die Art der Konstruktion desselben sei, Wirkungen gegen seine Widerlager in horizontaler Richtung und sucht letztere nach außen hin umzukanten, und wir können den Horizontalschub von derartigen Gespärren im allgemeinen zu $^1/_4$ der Belastung derselben annehmen.

Es gibt nur zwei Mittel, dem Umkanten der Stützwände der Gespärre von großer Spannweite zuvorzukommen. Das erste und wirksamste besteht darin, ihre Fußpunkte durch Zugbänder von Holz oder Eisen zusammenzuhalten, und das zweite ist, den Auflagern solche Stabilität zu geben, Fig. 277, daß sie imstande sind, dem Schube das Gleichgewicht zu halten.

Bezeichnet man die halbe Spannweite des Daches mit A, so kann man sich zur Bestimmung der Stärke der Umfangsmauern der Formel $x = 0{,}8 \sqrt{A}$ bedienen, wobei vorausgesetzt wird, daß das Deckmaterial Schiefer ist, die Entfernung der Binder voneinander nicht über 3,8 m und die Höhe der Mauer vom Boden an bis zum Fußpunkt der Gespärre nicht über 6,4 m beträgt. Zum Schluß seien in Fig. 278 und 279, Taf. 14, noch zwei Beispiele kleinerer Hallendächer gegeben, welche eine Verbindung eines Sprengewerks mit einem Hängewerk zeigen. Alles konstruktiv Nötige ist aus den Figuren ersichtlich.

B. Die Dächer mit gebrochenen Dachflächen oder die sogenannten Mansarde-Dächer.

§ 89. Die Form der Mansarde-Dächer.

Die Mansarde-Dächer bestehen aus vier, je zwei und zwei in entgegengesetzter schräger Richtung zusammengesetzten Flächen, von welchen die oberen, welche das eigentliche Dach bilden, eine Neigung von 30 bis 40° haben, während die unteren weit steiler stehen. Sie führen ihren Namen, wie schon in § 75 erwähnt, von ihrem Erfinder, einem Architekten Mansard, welcher bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts in *Paris lebte.*

Die Franzosen bedienen sich nicht nur aus diesem Grunde, sondern auch seines freien inneren Raumes wegen dieses Daches häufig (auch in Deutschland findet es in heutiger Zeit vielfache Anwendung), weil namentlich im unteren Teile leicht vollständige Wohnungen eingerichtet werden können.

Auch von vielen deutschen Baumeistern hat dasselbe in neuerer Zeit wieder Aufnahme gefunden, da es zur Anlage reicher Dachfenster, zur Eindeckung von verschiedenfarbigen Schiefern nach geometrischen Figuren und endlich zur Ausschmückung mit Zinkarbeiten in Form von Gesimsen und Ornamenten sich sehr gut eignet.

Nach der alten französischen Art wird über die Grundlinie a e, Fig. 280, Taf. 13, des Dachprofils ein Halbkreis a c e geschlagen; in den Punkten a, b, c, d, e, in vier gleiche Teile geteilt und durch gerade Linien zusammengezogen, wodurch die Linien a b und d e die Seiten des unteren, und die Linien b c und d c die Seiten des oberen Daches ausmachen, eine Horizontallinie b d aber das obere von dem unteren Dache trennt.

Vermöge dieser Konstruktion wird aber das Oberdach für Ziegel- und Schiefereindeckung zu flach ($22^1/_2{}^0$ Neigung).

Man teile daher den Halbkreis a d g, Fig. 281, in sechs gleiche Teile, ziehe a c, b d, d f und e g, so sind die Linien a p und g q die Seiten des unteren, und die Linien p d und q d die Seiten des oberen Daches. Die Linie p q trennt das obere von dem unteren Dache. Die Neigung des oberen Daches beträgt 30^0, die des unteren 60^0.

Gilly gibt folgende Form für Mansarde-Dächer als die zweckmäßigste an.

Zuerst bestimme man, je nach dem Gebrauch der in dem unteren Dachraume anzulegenden Zimmer, die Höhe bis zur Oberkante der Kehlbalken, Fig. 282, Taf. 13, dann errichte man die Lote a b, c d und trage von b und d $^1/_3$ a b nach e und f, wodurch letztere Punkte bestimmt werden. Ferner trage man von m nach n $^1/_3$ e f, wodurch der Firstpunkt n erhalten wird.

§ 90. Die Mansarde-Dächer mit liegenden und stehenden Stühlen.

Bei den Mansarde-Dächern werden als innerer Verband sowohl liegende, als stehende Dachstühle, stets aber mit Kehlgebälken, gebraucht.

In Fig. 283 und 283A, Taf. 14, ist ein Binder eines Mansarde-Daches mit stehendem Stuhl dargestellt.

Daß alle Sparren Aufschieblinge haben müssen und wie solche zu beschaffen und zu stellen sind, geht aus der Figur hervor. Die Kehlbalken sind gewöhnlich mit Zapfen versehen und tragen ein profiliertes Holz, welches die Balkenfache schließt und den Zusammenstoß beider Dachflächen vermittelt. In Fig. 283 A ist statt des profilierten Holzes ein aus Brettstücken zusammengesetztes Gesims angeordnet.

Muß das Kehlgebälk noch in der Mitte seiner Länge unterstützt werden, so wird nach Fig. 283 noch ein Unterzug unter die Kehlbalken gelegt, der in die Säulen mit Versatzung und Zapfen eingesetzt ist und durch angeblattete Kopfbänder unterstützt wird.

In Fig. 285 ist in dem oberen Dachteil noch ein stehender Stuhl angebracht, der jedoch nur bei einer bedeutenden Spannweite nötig wird.

Die Mansarde-Dächer mit liegendem Stuhl sind gewöhnlich verschwellt, und es ist nicht zu leugnen, daß die Schwellen zu besserer Verbindung des Ganzen beitragen. Allein man setzt die Sparren jetzt gewöhnlich nach Fig. 284, Taf. 14, nicht in die Balken, sondern auf die Stuhlschwelle; das eingezapfte Rahmenstück a ruht nun ebenfalls auf den Sparren b, und damit es von der Seite gehörig gehalten werde, so bekommen diejenigen Sparren, welche zugleich als Dachstuhlsäulen dienen und gewöhnlich das vierte Gebind ausmachen, oben etwas mehr Breite, damit die innere Breite ein Blatt c erhalten könne.

Da die Stuhlsäulen hier zugleich die Sparren bilden, so werden entweder diese oder jene bei dieser Bauart erspart.

Auch gewährt sie noch andere Vorteile, z. B. der Gewinnung des Raumes und der Unabhängigkeit der Lage der Sparren von den Balken, wodurch die Anordnung der Dachfenster hinsichtlich ihrer Breite unbeschränkt bleibt.

§ 91. Die Mansarde-Dächer mit Hängwerken.

Der anwendbarste Verband eines einfachen Hängwerks ist bei Mansarde-Dächern immer der, wo man das eigentliche Hängwerk zwischen zwei Dachgebinden für sich allein bestehend aufstellt, wobei die Hängestreben von den Hauptbalken ausgehen. Fig. 285, Taf. 14, ist der Durchschnitt des Daches mit der Ansicht der Binder. — Die Hängwerksstreben b, b setzen sich unten mit Versatzung in den Hauptbalken c, sie sind mit dem Kehlbalken d und Spannriegel e der beiden Binder zusammengebolzt. Die Streben f, f stehen auf den Schwellen m, m und unterstützen den Spannriegel und mittels der darauf angebrachten [illegible] o, o auch den Kehlbalken in den Bindern, ungefähr da, wo der

darüber stehende Dachstuhl hintrifft. Zur Unterstützung des Kehlgebälks ist noch der Unterzug q angebracht, welcher dicht neben der Hängsäule auf dem Spannriegel ruht.

Da die Binderbalken fehlen, so setzen sich die Stuhlsäulen, welche zugleich die Sparren bilden, mit Zapfen auf die Stuhlschwelle.

Ganz auf dieselbe Art, nur mit einem zwischen zwei Bindern angebrachten Bocke, wird ein Mansarde-Dach mit einem doppelten Hängwerk verbunden.

In Fig. 286, Taf. 14, stehen die Hängwerksstreben nicht auf einem Hängwerksbalken, sondern auf den Stuhlschwellen. Für jeden Binder ist ein durchgehender Balken angeordnet, so daß also außer den Sparren auch Stuhlsäulen im Hauptgebinde vorkommen.

Die Streben stehen in den Binderbalken und unterstützen den Spannriegel, auf welchem die Unterzüge zur Unterstützung des Kehlgebälks liegen.

Die einfachen Hängsäulen tragen Pfetten, auf welchen die Sparren des oberen Daches ruhen. Im Uebrigen aber ist es vorteilhafter, die Hängewerksstreben nach Fig. 285 in den Hängewerksbalken — vor der Stuhlschwelle — mit Versatzung zu setzen; da bei der Konstruktion von Fig. 286 die Stuhlschwelle durch gute Verkämmung und Verbolzung gegen ein Umkanten gesichert werden muß.

C. Die Bohlendächer.

§ 92. Einleitung.

Die Bohlendächer haben bogenförmig gerundete Sparren, welche von doppelten oder auch dreifachen Brettern dergestalt zusammengesetzt und aneinander befestigt sind, daß die durch die Zusammenschnitte entstehenden Fugen der hierzu benötigten Brettstücke von 1,5 bis 2,2 m Länge nicht aufeinander treffen. Dieselben werden dann ähnlich wie die geraden Sparren in Entfernungen von 0,9 bis 1,1 m aufgestellt und durch Querriegel oder Sturmlatten miteinander verbunden. Diese Anordnung hat aber zunächst den großen Uebelstand, daß die Bedeckung, namentlich in der Nähe des Firstes nie ganz dicht zu erhalten ist, weshalb im First dreieckige Brettstücke a aufgesetzt werden; und da am Fuße der Sparren ähnliche Hölzer b, b erforderlich sind, so bildet sich eine Dachform nach Fig. 287, Taf. 14.

Um die Bogensparren noch mehr gegen die äußeren Einflüsse zu sichern, bedeckt man dieselben mit gewöhnlichen geraden Sparren und es

findet alsdann die Bohlenkonstruktion nur hauptsächlich noch im Innern der Gebäude ihre Anwendung.

Da aber hierdurch der Hauptzweck, nämlich die Billigkeit verloren geht, so werden die Bohlendächer im ganzen nur noch sehr wenig angewendet.

Die Bohlensparren können zwar ebenso, wie bei der gewöhnlichen Sparrenverbindung, auf die Endungen der Balken in Zapfen aufgestellt werden, allein wo kein Bodenraum notwendig ist, können sie auch ganz ohne alle Balken, blos auf eine nach der Länge des Gebäudes auf die Umfassungsmauern gestreckte Schwelle gesetzt werden.

§ 93. Die Form und Anfertigung der Bohlensparren.

Die Bogenform der Sparren muß immer aus einem Mittelpunkte beschrieben und die Bogen möglichst flach gestaltet werden, denn ein stark gekrümmter Bogen wird zwar einem äußeren Drucke gut widerstehen, aber dagegen dem ihm gegenüberstehenden Sparren weniger, als ein flach gekrümmter Sparren entgegenwirken.

Den Mittelpunkt des Bogens zu finden, mache man in Fig. 288 die Dachhöhe h b etwas größer, als die halbe Breite der Spannung a f, ziehe die Sehne a b und errichte in der Mitte derselben eine senkrechte Linie c d, teile die Sehne a b in sechs bis sieben gleiche Teile und setze einen solchen Teil aus c in d zur Ausbauchung des Bogens, suche den Mittelpunkt m desselben und beschreibe daraus den Bogen a d b.

Oder: man teile nach Fig. 289, Taf. 14, die halbe Spannweite a b in fünf gleiche Teile und gebe der Höhe sechs solcher Teile; mit $7\frac{1}{2}$ dergl. Teilen aber beschreibe man aus a und c Bögen, welche sich in m kreuzen und den Punkt ergeben, aus welchem der Bogen a c geschlagen wird.

Die Anfertigung der Bohlensparren geschieht nach Delorme in folgender Weise: Auf einen Bretterboden wird eine Lage Sparrenbretter gebracht und diese nach der Lehre vorläufig so hingelegt, daß die Fugenschnitte vorgerissen werden können.

Gleichzeitig mit dem Vorreißen der Fugenschnitte wird auch die Bogenlehre vorgerissen, und sind dann die Bretter nach letzterer gerundet und die Stoßfugen angeschnitten, so wird eine Lage Bretter in der ganzen Länge des zu fertigenden Bogens nach der Lehre gelegt und die Bretter möglichst genau passend aneinander geschoben.

Auf diese erste Lage Bretter wird dann eine zweite Lage dergestalt aufgelegt, daß die Fugen der unteren Bretter auf die Mitte der

obenliegenden Bretter zu treffen. Bestehen die Bögen aus drei Lagen Brettern, so müssen die Fugen der beiden anderen Lager immer auf diejenigen Teilpunkte des unteren Brettstückes treffen, welche man erhält, wenn die Bogenlinie eines Brettstückes in drei gleiche Teile geteilt wird.

Die am meisten holzsparende Art, wie diese Bogenstücke aus den Brettern geschnitten werden, ist in Fig. 290, Taf. 14, dargestellt.

Die Länge der Brettstücke darf nicht unter 1,5 m betragen, damit nicht zu viel Fugen entstehen und es lassen sich daher nicht selten zweckmäßig Bretter aus krumm gewachsenen Hölzern verwenden.

Sollen die Bohlensparren später nicht sichtbar bleiben und an der inneren Seite keine Verschalung angebracht werden, so kann man die innere Rundung fortlassen und eine polygonale Form für den Sparren wählen.

An jedem Stoße müssen, wie Fig. 291 zeigt, mindestens vier eiserne Nägel verwendet und umgenietet werden. Außerdem verbindet man die Brettlagen wohl mit hölzernen Nägeln, welche verkeilt werden, doch ist es jedenfalls vorzuziehen, statt der hölzernen Nägel nur eiserne anzuwenden. Nach Gilly soll man bei Gebäuden bis zu 7,5 m Tiefe den Bohlensparren aus 2 je 2,5 cm starken Brettlagen anfertigen.

Bei Gebäuden von

7,5	bis	11,3	m	Tiefe	aus	2	je	4	cm	starken Brettern,
11,3	„	12,7	„	„	„	2	„	5	„	„ „
12,7	„	14	„	„	„	3	„	4	„	„ „
14	„	15,7	„	„	„	1	Bohle von 6 cm Stärke in der Mitte, und auf jeder Seite ein 4 cm starkes Brett,			
15,7	„	17,2	„	„	„	3	Bohlen je 6 cm stark.			

Für jede 1,5 m größere Gebäudetiefe wird man den Sparren 1,3 bis 1,5 cm an Stärke zulegen können.

§ 94. Die Verbindung der Bohlensparren unter sich und mit den Balken oder Schwellen.

Die Verbindung zweier Bohlenbögen im First geschieht durch Ueberblattung, wenn der Sparren aus zwei Brettlagen besteht, und durch Schlitzzapfen, wenn drei Brettlagen den Sparren bilden. In beiden Fällen wird die Verbindung durch eiserne Nägel noch mehr befestigt.

Ist das Gebinde nach einem Halbkreis oder Flachbogen mit horizontaler Tangente, so muß die Verbindung im Scheitel gerade so geschehen, wie in den übrigen Teilen der Sparren. Nach Fig. 292, Taf. 15, werden die Sparrenbögen mit Versatzungen in eine Firstbohle a von mindestens 11 cm Stärke eingesetzt; da aber dennoch der Sparren nur in geringer Tiefe in eine solche Firstbohle eingelassen werden kann, so kann es leicht vorkommen, daß die Sparren aus ihren oberen Versatzungen herausgehen, wodurch das Dach sehr wandelbar werden würde.

Eine andere, weit zweckmäßigere Längenverbindung des Daches wird erreicht, wenn man nach Fig. 293 und 293 A eine etwa 6 cm starke Firstbohle a anordnet, und zwar so, daß die zusammengeblatteten Sparren etwa 4 bis 5 cm tief in erstere eingelassen werden können.

Ferner werden an die Sparren Querstücke b genagelt, und diese letzteren ebenfalls 5 cm tief in die Firstbohle eingreifend angeordnet.

Zur größeren Verstärkung des Längenverbandes werden an der unteren Seite der Sparren noch schwache, biegsame „Sturmlatten" in schräger Richtung angenagelt.

Eine andere Anordnung, das Ausbiegen der Bogensparren zu verhindern, ist in Fig. 294 und 294 A, Taf. 15, dargestellt. Dieselbe besteht darin, daß man an der äußeren und inneren Kante der Sparren Einschnitte in diese macht, in welche Latten a, a, $^5/_8$ cm stark, eingelegt und festgenagelt werden. Letztere werden an den betreffenden Stellen ebenfalls etwas ausgeschnitten, wodurch das Ausbiegen der Bogensparren vollständig verhindert wird.

In Fig. 295 und 295 A sind sämtliche Sparren untereinander verriegelt.

Die Riegel a, a . . werden 8 bis 11 cm breit und 4 bis 5 cm dick.

Die Länge der Riegel ist willkürlich oder richtet sich zum Teil nach der Länge des dazu bestimmten Holzes.

Die Riegel sind an jedem Sparren durchlocht und zu beiden Seiten des Sparrens Keile eingetrieben, wie dies in Fig. 296 und 296 A genau dargestellt ist.

Bei runden Gebäuden müssen die Riegel natürlich kürzer und der Rundung angemessen sein.

Fig. 296 bis 300, Taf. 15, zeigen die verschiedenen Arten des Aufstandes der Bohlenbögen auf die Balken und Schwellen. Bestehen die Sparren aus drei Brettlagen und stehen sie in einem Balken, so

...n man am Fuße ein Brett ganz wegschneiden, wie in Fig. 296A ...gedeutet ist.

Bei zwei Brettlagen schneide man, Fig. 298, von jedem Brette ...ßerlich 1,5 cm aus, macht man die Zapfenlöcher ebenso breit als die ...den Brettlagen zusammen dick sind, Fig. 297, so müssen die einzelnen ...pfenlöcher genau von gleicher Tiefe ausgearbeitet sein, was aber ...ht wohl erreicht werden kann.

Werden die Bohlensparren in Schwellen eingesetzt, so pflegt man ...n Sparren nur teilweise einzuzapfen und zugleich aufzuklauen, wie dies ... Fig. 293, Taf. 15, dargestellt ist.

Nach Fig. 299 erhalten die Sparren vor der Schwelle ein Blatt d, ...as aber nicht zu empfehlen ist, indem bei einem geringen Ausweichen ...s Sparrens dieses Blatt abspalten wird.

In Fig. 300 ist die Anordnung derart, daß die Sparren in Balken ...urchgehende oder Stichbalken) stehen und vor den Sparren noch eine ...f die Balken verkämmte Schwelle liegt, in welche die Sparren eben...lls eingesetzt sind.

Diese Anordnung ist zu empfehlen.

95. Die Dächer, welche aus geraden und bogenförmig gestalteten Hölzern bestehen.

Den Vorteil des freien Raumes im Innern und die Möglichkeit, ...hne durchgehende Balken Gespärre über große Gebäude konstruieren ...u können, wohl erkennend, hat man die Bohlensparren auch als Haupt...parren auftreten lassen, so daß sie also das zur Aufnahme des Deck...materials dienende Gerüst, aus geraden Hölzern bestehend, tragen.

Die Bogenbinder stellt man nach Fig. 301, Taf. 15, 3 bis 4,5 m ...voneinander entfernt auf. Zu jedem halbkreisförmigen Bogenbinder ...gehören außer dem Bogensparren selbst zwei vertikale Wandsäulen a, a, ...wei gerade Sparren b, b, zwei Kopfbänder c, c und ein horizontaler ...Spannriegel d.

Das Ganze ist mit dem Bogen durch normal darauf gerichtete ...Zangen m, m verbunden, wobei letztere und die ebenen Seitenflächen ...er Bögen auf 1,5 cm Tiefe eingeschnitten sind, so daß sie 3 cm tief ...einander greifen, Fig. 301A.

Die Bögen bestehen hier aus langen schmalen Brettern, welche über ...einer Lehre gekrümmt, die angenommene Form mittels Hilfe von durch...gezogenen Schraubenbolzen und darum gelegten eisernen Zugbändern,

durch welche sie zusammengehalten werden, beibehalten. Diese Konstruktion rührt von dem Oberst Emy her.

Fig. 302 zeigt einen solchen Sparren aus fünf Brettlagen in der Seitenansicht und Fig. 302A im Durchschnitt.

Die einzelnen Binder der Fig. 301 sind außerdem durch horizontale Zangen p, p, p, welche die hängenden Zangen umfassen, miteinander verbunden.

Ferner aber dienen auch noch die Firstpfette o, sowie die von der Doppelzange p nach der Firstpfette o gehende Strebekreuze und die Zwischenpfetten r, r . . zur Herstellung einer Längenverbindung. Der Fuß des Bogens steht auf drei dicht nebeneinander liegenden, zusammen verbolzten Schwellen s. Alles übrige machen die Figuren deutlich.

D. Die Walmdächer.

§ 96. Die Dachausmittelungen.

Der Punkt b, in welchem sich die beiden „Grate" d b und e b und die Firstlinie b f, Fig. 303, Taf. 15, schneiden, heißt der Anfallspunkt.

Schneiden sich zwei Dachflächen unter einem einspringenden Winkel (vertiefte Rinne), so entsteht eine Kehle.

Haben zwei Dachflächen gleiche Neigung, so werden die Firstlinien, bei gleich tiefen Flügeln, in gleicher Höhe liegen, Fig. 305 und 306, bei verschiedener Tiefe aber in verschiedenen Höhen, so wie es der Grundriß in Fig. 307, Taf. 15, darstellt. Der Uebergang c b von der hohen Firstlinie zur niederen heißt Verfallung.

Unter Dachausmittelung versteht man die Bestimmung der Anfallspunkte der Walmen und Kehlen, die Festsetzung der Richtung der Firstlinien, Verfallungen, Gräte und Kehlen im Grundriß (Werksatz). Da bei diesem Aufzeichnen die Gesamtdachfläche in ihre einzelnen Teile zerlegt werden muß, so begreift man das dabei einzuhaltende Verfahren auch wohl unter dem Namen Dachzerlegung.

Wenn alle Dachflächen gleiche Neigung haben, so wird dadurch den Anforderungen an die Festigkeit des Dachwerks entsprochen und es ist daher diese Regel auf die Ausmittelungen auf Taf. 15 angewendet.

Hinsichtlich der Konstruktion ist zu bemerken, daß, wenn der Unterschied der Tiefe beider Dächer nur gering ist, man immer am *besten thut, die Verfallung* ganz fortzulassen und beide Firstlinien gleich

hoch zu legen, wenn auch die Neigungswinkel beider Dächer etwas verschieden ausfallen.

In Fig. 303, Taf. 15, ist die Dachausmittelung für ein gerades Walmdach dargestellt. Man teile die Tiefe a g in zwei gleiche Teile, ziehe durch den Teilungspunkt b eine Linie parallel mit der Traufline d h, so ist diese die Richtung der Firstlinie im Grundriß. Macht man c b und f k gleich der halben Tiefe, zieht dann b d, b e, f h und f i, so sind diese Linien die Walmlinien (Grate) und b und f die Anfallspunkte im Grundriß.

In Fig. 304 ist links ein schiefer Walm gezeichnet. Die Linien x y und z t sind senkrecht auf e d und gleich f g. Zieht man die Linie y t, so schneidet diese die Firstlinie b f im Anfallspunkte b. Letzterer wird auch dadurch erhalten, daß man den Winkel bei d oder e durch die Linien d b und e b halbiert; die Halbierungslinien der Winkel schneiden die Firstlinien im Anfallspunkte.

Fig. 305, Taf. 15, zeigt die Dachausmittelung einer regelmäßigen rechtwinkeligen und Fig. 306 einer spitzwinkeligen Widerkehr mit gleich tiefen Gebäudeflügeln. Die Firstlinien b d und b e liegen gleich hoch. In der Diagonale a c wird ein Binder aufgestellt und es ist der eine Sparren a b ein Grat-, der andere b c ein Kehlsparren.

Sind beide Dächer der Widerkehr ungleich tief, wie in Fig. 307, Taf. 15, so entsteht eine Verfallung. Man verlängere h d bis o und i h bis f, so ist a f h o das mittlere und f l m i das größere Walmdach. Die Anfallspunkte b c e k und g werden wie gewöhnlich bestimmt. Es sind b c und e k Verfallungen, c d und e h Kehlen.

Was nun die Dachkonstruktion selbst anbelangt, so ordnet man außer den Grat- und Kehlgebinden über r s, c w, t e und v k Gebinde an. Die Gebinde über r s und v k bilden über b s und t e „Reitersparren".

Für die Festigkeit des Daches ist es immer am vorteilhaftesten, wenn man in b, c, e und k senkrecht stehende Pfosten anbringt, weil man von solchen aus durch Zangen die Kehl- und Gratsparren unterstützen und so unverschiebliche Dreiecke bilden kann.

Sind die Dächer A und B, Fig. 308, Pultdächer, so verfahre man bei der Dachausmittelung wie in Fig. 307, nur mit dem Unterschiede, daß die Linien x y und z t als Firstlinien zu betrachten sind.

Es muß daher y d = b d; e u = t g und e o = o f sein.

Links in der Figur ist angenommen, daß das Pultdach halb soweit, als das Satteldach ist, so daß also keine Verfallung entsteht, sondern

die Firſtlinie a f in gleicher Höhe mit der Firſtlinie a d des Pultdaches liegt. Rechts iſt das Pultdach höher als das Satteldach und es bildet ſich demnach die Verfallung g f.

In Fig. 309, Taf. 15, iſt eine Widerkehr dargeſtellt, bei welcher der vordere Gebäudeflügel A nach allen 4 Seiten Dachflächen erhält; die Flügel B und C ſollen mit Pultdächern verſehen werden. Man verlängere d i bis f und m, ſo iſt a n m f das größere Walmdach und es laſſen ſich die Gratlinien a b, b f, n g und g m ziehen.

Halbiert man die Winkel bei d und i durch die Kehllinien d c und i h, ſo erhält man die Punkte c und h, von welchen aus die Firſtlinien c e und h k gezogen werden müſſen. Man ziehe ferner die Kehlen f e und m k, indem man die rechten Winkel bei f und m halbiert, und alsdann durch die erhaltenen Punkte e und k die Linien o d und i l.

Es ſind c d, e f, k m und i h Kehlen, b g, c e und h k Firſtlinien, c b und g h Verfallungen.

Bei der in Fig. 310, Taf. 15, dargeſtellten Ausmittelung iſt angenommen, daß ſämtliche Gebäudefronten freiliegend ſind, alſo eine ungehinderte Waſſerabführung geſtattet iſt.

Zum Behufe der Ausmittelung hat man ſich zunächſt den mittleren großen Gebäudeteil vervollſtändigt zu denken und demnach d p bis x und y zu verlängern.

Zieht man nun die Firſtlinien der Gebäudeflügel, ſo laſſen ſich ſofort die Gräte, Kehlen und Verfallungen nach dem früher Mitgeteilten konſtruieren.

Der Flügel u k t erhält einen dreieckigen Giebel.

Was die in Fig. 311, Taf. 16, dargeſtellte Ausmittelung betrifft, ſo hat man ſich die Flügel A und B vervollſtändigt zu denken und die Ausmittelung bedarf alsdann keiner weiteren Erklärung.

Fig. 312, Taf. 16, zeigt die Ausmittelung einer unregelmäßigen Widerkehr mit hohem Pultdach.

Man halbiere die Winkel z f e und b e f durch die Linien f d und e d, nehme die Firſtlinie i h in einer beliebigen Entfernung von e f an und ſuche ihre Durchdringungspunkte h und i mit den Dachflächen A und B; zieht man noch die Kehle h z und den Grat z g, ſo iſt die Ausmittelung bewirkt; über a c b ergiebt ſich ein Dreiecksgiebel.

In Fig. 313, Taf. 16, iſt die Verbindung mehrerer Pultdächer A, B *und C untereinander* und mit dem Satteldach D dargeſtellt. Der Abfall

des Waſſers iſt nach dem Hofe E. Die Ausmittelung bedarf nach dem Bisherigen keiner weiteren Erklärung.

Fig. 314 zeigt die Ausmittelung von mehreren zuſammenſtoßenden Pultdächern A, B, C, D, E, welche einen Hofraum F einſchließen und nach außen geneigt ſind. Das rechtwinkelige Zuſammenſtoßen mehrerer Gebäudeflügel von verſchiedenen Dimenſionen, in deren Mitte ein Hofraum H befindlich, wird durch Fig. 315, Taf. 16, dargeſtellt. Man verlängere die Linie c q nach d, ebenſo a e und ergänze dadurch die Grundform des vorderen Hauptbaues. Da nun c b und a d kürzer iſt, als a b, ſo muß der Walm über b c und a e kommen. Verlängern wir die Linien g h und f e bis m und n, ſo iſt g m n f die Grundfläche des linken Gebäudeteils und man kann aus v und w wieder die Gratlinien v g und v m, dann aus w die Linien w n und w f ziehen. Da nun beide Flügel in der Fläche r d e n ineinandergreifen, ſo ergiebt ſich durch Halbierung der rechten Winkel d r n und d e n die Kehllinie r x und x y und eine kurze Firſtlinie x y.

Die Walmfläche von e f w ſetzt alſo in gleicher Richtung von x bis y fort. Von m bis o ſchließt ſich ein kleines Satteldach von der Weite o u an. Von i bis k und von k bis z ſoll nun der Fall eintreten, daß das Waſſer nicht gegen dieſe Seite abtraufen dürfe. Im Uebrigen iſt die Ausmittelung dieſer Dächer nach dem Geſagten einfach.

In Fig. 316, Taf. 16, geben wir einen im Halbkreis auswärts gekrümmten Walm, eine ſogenannte Chorhaube. Die Spitze des Kegels fällt mit dem Anfallspunkte a zuſammen.

Fig. 317, Taf. 16, zeigt einen im Flachbogen nach auswärts gekrümmten Kegelwalm. Um die Ausmittelung machen zu können, denke man ſich einen normalen Kegel, deſſen Seiten unter demſelben Winkel, wie die ebenen Dachflächen geneigt ſind und welcher den Kreis a c r q zur Grundfläche hat.

Die Durchſchnittslinien der beiden Dachflächen A und B mit der nach außen liegenden Kegeloberfläche geben die gekrümmten Gräte. Dieſe Durchſchnittslinien erhält man dadurch, daß man horizontale Ebenen durch den Kegel legt, welche dieſen in Parallelkreiſen und die ebenen Dachflächen in geraden Linien ſchneiden.

Die Punkte, in welchen die Parallelkreiſe die betreffenden Linien ſchneiden, ſind Punkte der verlangten Gratlinien.

Die Schiftſparren des Kegelwalms müſſen nach der Spitze des Kegels gerichtet ſein, wie in der Figur durch punktierte Linien angedeutet iſt.

In Fig. 318 ist ein Cylinderwalm konstruiert. Um die Gratlinien zu erhalten, lege man wieder Parallelebenen durch den schiefen Cylinder und das Satteldach. Die Ebenen schneiden den Cylinder in Kreise und die Dachflächen in geraden Linien; die Punkte, in welchen die Kreise die geraden Linien schneiden, sind Punkte der Gratlinien.

Die Schiftsparren des Cylinderwalms laufen mit der Achse des Cylinders parallel, denn wollte man die Sparren nach dem Anfallspunkte c richten, so würden die Sparren nicht mehr gerade, sondern elliptische Linien bilden.

Fig. 319, Taf. 16, ist ein schiefer Cylinderwalm; die Ausmittelung geschieht wie in Fig. 318.

In Fig. 320, Taf. 16, ist ein im Flachbogen nach einwärts gekrümmter Kegelwalm dargestellt.

Man denke sich einen Kegel, dessen Spitze s nach unten liegt und dessen Seiten unter demselben Winkel wie die ebenen Dachflächen geneigt sind. Im übrigen ist die Konstruktion wie in Fig. 317.

Bei der in Fig. 321 dargestellten Ausmittelung ist ein nach einwärts gekrümmter Cylinderwalm angenommen.

Die Konstruktion der Gratlinien geschieht wie in Fig. 318, nur mit dem Unterschiede, daß die Durchschnittslinien der ebenen Dachflächen mit der nach dem Satteldache liegenden Cylinderoberfläche bestimmt werden.

Durch die bis jetzt mitgeteilten Dachausmittelungen glauben wir die vorkommenden wichtigsten Fälle behandelt zu haben, denn obgleich dieser Gegenstand unzählige Abwechselung bietet, so wird es demjenigen, welcher die Beispiele richtig aufgefaßt, bei weiterem Nachdenken nicht schwierig werden, kompliziertere Fälle auszumitteln.

§ 97. Die Schiftung bei Walmdächern.

Die Ausmittelung der Länge eines Holzes und die Auffindung der Gestalt der Fläche, mit welcher sich dasselbe an ein anderes Holz anlehnt, nennt man **Schiften**. Um das Schiften bei Walmen vornehmen zu können, ist ein Grundriß des Daches nötig und dieser bildet für den Zimmermann die **Zulage** oder den Werksatz. Auf der Dachbalkenlage, Fig. 322, Taf. 16, werden die Gratlinien und Schiftsparren aufgeschnürt. Hierbei stellt sich die Bequemlichkeit heraus, die dadurch erwächst, wenn man die Sparren an einer Seite bündig mit den Balken *anordnet und nicht* mitten auf den Balken stellt.

Zunächst wird jetzt ein Lehrgebinde, Fig. 323, zugelegt, und aus der Spitze c desselben eine Senkrechte c a auf den Balken g h gefällt. Von der Mitte a wird die Länge $c^1 b^1$ in der Zulage, Fig. 322, von a nach b, in Fig. 323, getragen. Das für den Gratsparren c b bestimmte Holz wird nun so an die Punkte c und b gelegt, wie Fig. 323 zeigt. Nach der Linie c f wird das Holz immer abgeschnitten, unter der Linie b i läßt man aber noch soviel Holz stehen, um den Zapfen anarbeiten zu können.

b c ist die wirkliche Länge des Gratsparrens über $b^1 c^1$, c f seine Lotschmiege und b i seine Fußschmiege.

Trägt man die Linie m' n' in Fig. 322, von g nach p in Fig. 323, errichtet in p eine Senkrechte p n, so wird, wenn man vorher das für den Schiftsparren bestimmte Holz auf den Sparren c g, Fig. 323, gelegt hat, durch die Linie g n die Länge des Schiftsparrens über m' n', Fig. 322, dargestellt.

n q ist die Lot- und g r die Fußschmiege.

Die Oberfläche des Gratsparrens liegt sowohl in der Lang- als in der Breitseite des Daches; derselbe muß daher abgefast, also im Querschnitt rückenförmig gestaltet werden. Fig. 324 giebt eine Ansicht des Daches und dient zur Erläuterung der Fig. 322.

Man schnüre die Fußlinien der Sparren bis an den Gratfußpunkt b^1, Fig. 325, Taf. 16, auf, trage im Grundriß zu beiden Seiten der Mittellinie b' t' je eine halbe Stärke des Gratsparrens auf und trage an der Fußschmiege des Gratsparrens die Entfernung $b^1 i^1$ von dem vorderen Eck herauswärts auf ($b i = b^1 i^1$) und mache parallel mit der Oberkante b z desselben einen Schnurschlag i t, so wird dies die Linie sein, nach welcher die Abfasung vorgenommen werden muß, wie dies der Querschnitt Q zeigt.

Durch die Lotschmiege ist sowohl an den Grat- als an den Schiftsparren nur die Richtung der Ebene der Schmiege gefunden, und die Gestalt der eigentlichen Anlehnungsfläche oder Backenschmiege muß noch bestimmt werden. Es geschieht dies bei Grat- und Schiftsparren auf ganz ähnliche Weise. Um die Schmiegen der Schiftsparren zu erhalten, verfahre man wie folgt:

Der obere Teil des Schiftsparrens sei in Fig. 326, Taf. 16, durch n o v w im Grundriß gegeben.

Derselbe hat nach den bisherigen Bearbeitungen die in Fig. 327 teilweise punktiert gezeichnete Gestalt. Man lege das Winkeleisen so an

den Punkt o, Fig. 326, daß der eine Schenkel desselben mit der Kante n w des Balkens zusammenfällt und bezeichne das Maß n k auf demselben; dann wird der andere Schenkel o k des Winkels an die Lotschmiege n' q, Fig. 327, gelegt und an dieser so lange verschoben, bis der auf dem anderen Schenkel bezeichnete Punkt k' in die Kante n' w', Fig. 327, fällt.

Jetzt wird das Winkeleisen an die Kante n' w' gelegt und von k, aus eine winkelrechte Linie k' o' gezogen. Zieht man nun die Linie o' n', Fig. 327, und schneidet nach dieser und nach der Richtung der Lotschmiege o' n' r q das punktierte dreiseitige Prisma fort, so ist die Backenschmiege gefunden.

Sollen die Schmiegen der beiden Gratsparren C und D und des Mittelschifters E bestimmt werden, so schnüre man die genannten Sparren auf die Balkenlage auf, wie dies in Fig. 328, Taf. 16, durch die punktierten Linien angedeutet ist. Da der Anfallspunkt c in die dem Walm zugekehrte Kante des Anfallsgebindes H fällt, so muß neben dieses Gebinde ein Brettstück G befestigt werden, auf welchem die, für die Schmiegen der Gratsparren und des Mittelschifters nötigen Grundrisse gezeichnet werden können.

In Fig. 329 ist der Gratsparren C isometrisch gezeichnet und es geht aus der Figur deutlich hervor, daß die Schmiegen erhalten werden, wenn man die Winkel, mit welchen sich die Sparren an das Anfallsgebinde und an den Mittelschifter anlegen und die in Fig. 328 durch d c a und d c e im Grundriß gegeben sind, an den Gratsparren C richtig überträgt. Fig. 330 zeigt die Verbindung der 4 Sparren C, D, E, H, Fig. 328, in isometrischer Projektion.

Kommen 3 Sparren im Anfallspunkte zusammen, so thut man am besten, dieselben nicht alle drei bis an diesen Punkt reichen zu lassen, wie bisher in den betreffenden Figuren und in Fig. 331 angenommen wurde, sondern nur die beiden Gratsparren und den Mittelschifter nach Fig. 332 an diese anzuschiften, oder nach Fig. 333, Taf. 17, zwischen die beiden Gratsparren einen Wechsel a einzusetzen und in diesen den dritten Sparren einzuzapfen.

Ein ganz ähnliches Verfahren beobachtet man in Beziehung auf die Zangen und Spannriegel, indem man nämlich die beiden Gratspannriegel oder Zangen in den Spannriegel des Anfallsgebindes einsetzt, zwischen diese einen Wechsel anordnet und in diesen den mittleren *Spannriegel zapft.*

§ 98. Die Schiftung bei Dächern mit Kehlen.

Haben die Gebäude im Grundrisse außer den ausspringenden auch einspringende Winkel, so bekommen die Dächer Kehlen.

Die Länge des Kehlsparrens, sowie die Gestalt der Fußschmiege, wird ganz auf dieselbe Weise gefunden wie bei dem Gratsparren.

Der Kehlsparren erhält eine dem Gratsparren gerade entgegengesetzte Form des Querschnittes, d. h. statt der rückenförmigen Abfasung eine rinnenartige Auskehlung.

Die Einkehlung des Kehlsparrens wird ähnlich wie die Abfasung des Gratsparrens gefunden. Fig. 334, Taf. 17.

Man schnüre wieder die Fußlinien der Sparren in der Zulage bis an den Kehlfußpunkt b', Fig. 335, Taf. 17, auf, und trage an der Fußschmiege des Kehlsparrens A die Länge $a^1 b^1$ (Grundriß) von dem Fußpunkte a hereinwärts bis nach b und mache parallel mit der Oberkante des Sparrens einen Schnurschlag b d, so ist dies die Linie, nach welcher die Einkehlung gemacht werden kann. Die Gestalt der Schmiege e f g h, mit welcher der Reitersparren B sich an den Kehlsparren legt, wird durchaus ganz so gefunden wie die Backenschmiege eines Gratschiftsparrens.

Die Befestigung der Reitersparren ist auf diese Weise eine ziemlich mangelhafte, und da außerdem die Auskehlung des Kehlsparrens mühsam ist, so unterläßt man dieselbe häufig und setzt die Reitersparren mit einer Klaue auf den eben gelassenen Kehlsparren. Jetzt bildet die Mittellinie auf der Kehlbalkenoberfläche die Kehllinie und es folgt daraus, daß diese Oberfläche nun um die Tiefe der früheren Auskehlung tiefer gelegt werden muß. Man setzt daher den Fußpunkt des Kehlsparrens um die Tiefe der Einkehlung zurück, so daß d' c' a', Fig. 336 A, Taf. 17, die vordere Kante der Fußschmiege bezeichnet. Was die Gestalt der Klaue an den Reitersparren anbelangt, so bemerken wir, daß zuerst ein Lehrgebinde L und das Kehlsparrengebinde K, Fig. 336, sowie die Balkenlage mit den aufgeschnürten Reitersparren R', Fig. 336 A, zugelegt werden muß.

Die Abstände a' e', a' h', c' f' und c' g' in Fig. 336 A trage man horizontal von a nach e^0, h^0, f^0 und g^0, Fig. 336, errichte in den Punkten e^0, h^0, f^0 und g^0 Lote bis zur Oberkante des Kehlsparrens und ziehe die parallelen horizontalen Linien (e) e, (h) h, (f) f und (g) g, welche die senkrechten Linien e' e, h' h, f' f und g' g in den Punkten e, b, f, g schneiden.

Auf den beiden Seitenflächen des Reitersparrens werden nun die Linien vorgerissen und danach die Klaue, Fig. 337, bearbeitet.

Die Dachkehle kann auch dadurch gebildet werden, daß man das eine Dach C ganz unabhängig von dem anderen D, Fig. 338, Taf. 17, konstruiert, alsdann auf die Sparren des Daches D eine Bohle L legt, auf welche die Reitersparren des Daches C mit Schiftung zu stehen kommen. Vom Fußpunkt a des Binders D, Fig. 338A, werden die Entfernungen voneinander horizontal abgetragen, in den dadurch erhaltenen Punkten b, c ... Lote errichtet, welche die Lage der Reitersparren im Aufriß andeuten. Von den im Aufriß erhaltenen Fußpunkten b^{II}, c^{II} ... der letzteren ziehe man parallele Linie $b^{II}m$, $c^{II}n$ bis zum Lehrgebinde des Daches C, dadurch erhält man die Fußschmiegen der Reitersparren, und es wird hiernach nicht schwer halten, die Schmiegen derselben anzuschneiden.

E. Die windschiefen Dächer.

§ 99. Allgemeines.

Man stelle sich zwei gerade Linien a b und c d vor, welche nicht in einer Ebene liegen, und eine Ebene E, welche beide schneidet. Eine gerade Linie p q werde längs der beiden Linien a b und c d geführt, so, daß sie immer beide schneidet und beständig parallel mit der Ebene E ist. Die gerade Linie p q beschreibt eine windschiefe Fläche. Die beiden Linien a b und c d heißen die Leitlinien und die gerade Linie p q die Erzeugungslinie der windschiefen Fläche.

In den Fall, windschiefe Dachflächen anzuordnen, kommt man, wenn die beiden Fronten eines Gebäudes nicht parallel laufen, denn mag man die Firstlinie legen wie man will, so kann sie immer nur mit einer der Fronten parallel sein. Bei einer windschiefen Dachfläche werden Traufe und First als Leitlinien und die Sparren als die einzelnen Lagen der Erzeugenden auftreten. Hieraus folgt, daß eine windschiefe Dachfläche nur dann in einer geraden Linie geschnitten wird, wenn diese Ebene entweder parallel mit den Richtungen der Sparren oder mit den beiden Leitlinien (Traufe und First) ist.

Schneidet daher eine windschiefe Dachfläche eine Walmfläche, so muß der Grat eine krumme Linie zeigen, es sei denn, daß die Gratlinie mit einer Lage der Erzeugenden zusammenfalle.

§ 100. Die Vermeidung windschiefer Dächer.

Die windschiefen Dächer sind womöglich ganz zu vermeiden, weil sie schwierig zu bearbeiten und unschön sind; man kann hierzu verschiedene Wege einschlagen:

1. Die windschiefen Flächen werden vermieden, wenn man das Gebäude mit einem Zeltdache überdacht, Fig. 339, Taf. 17. Dieses Verfahren ist zu empfehlen, wenn die Grundform des Gebäudes sich einem regelmäßigen Polygon nähert, weil alsdann alle Walmflächen beinahe gleiche Neigung erhalten.

2. Behandelt man sämtliche Dachflächen nach Fig. 340, Taf. 17, als Pultdachflächen, so fallen die windschiefen Flächen fort, weil die Firstlinien parallel mit der Traufline liegen.

Der von den Firstlinien umschlossene, nun noch offene Raum a b c kann entweder als Plattform mit Oberlicht behandelt, oder mit einem kleinen Zeltdache bedeckt werden. Die Sparren s, s werden durch Klaue mit den Rahmen m, m der Pultdachwände verbunden. Dieses Verfahren kann sehr oft mit Vorteil in Anwendung gebracht werden. Fig. 340 A.

3. Liegt die Firstlinie a b, Fig. 341, horizontal, so kann man die Traufe c d geneigt anordnen, oder umgekehrt, so daß beide in der Verlängerung sich schneiden.

Da zwei sich schneidende Linien immer in einer Ebene liegen, so folgt, daß dadurch die windschiefen Dachflächen vermieden werden. Diese Anordnung gibt aber ein schlechtes Ansehen, und wird daher selten angeordnet.

4. Verkleinert wird die windschiefe Dachfläche, wenn man zu beiden Seiten Walme anordnet.

5. Die windschiefe Dachfläche bei einem Walmdache wird noch mehr verkleinert, wenn man den Sparren a b, Fig. 342, Taf. 17, des Anfallsgebindes auf der windschiefen Seite als einen Gratsparren ansieht. Seine dem Walm zugekehrte obere Kante a b kann als Erzeugende der windschiefen Dachfläche angesehen werden, ist also eine gerade Linie, und die dreiseitige Dachfläche a b c kann nun als Ebene eingedeckt werden. Die krummen Gratsparren fallen hierbei fort und es bleibt, wenn man das Verfahren auch auf der anderen Seite anordnet, nur noch ein geringer Teil windschief.

Für die Praxis empfiehlt es sich, lediglich nach der Angabe unter 2 die windschiefen Dachflächen zu behandeln; da die entstehenden drei-

Ecken der Plattform, Fig. 340, durch Stiele direkt unterstützt werden können. Bei Anwendung der Angabe unter 2 gelangt man für größere schiefwinkelige Gebäude zu einer ganz brauchbaren Lösung.

Es sei in Fig. 343 der Grundriß eines Gebäudes dargestellt, wo die Seite a b = 12,2 m und c d = 13 m Frontlänge habe. Man ordne nun Pultdächer über den vier Seiten an, von denen die Pultdächer über Seite a b, a d und b c gleiche Firsthöhen haben, nur auf der Firstpfette des Daches über Seite c d muß noch eine Pfette aufgebracht werden, damit das über die Fläche e f g h angenommene nach e f sich entwässernde Holzzementdach die entsprechende Neigung erhält. Durch diese Anordnung entstehen an den Seiten e h und f g kleine Dreiecke, welche aber durch ein herumlaufendes Firstgesims h unbemerkbar gemacht werden. Aus dem in Fig. 343 A dargestellten Dachschnitt dürfte die Konstruktion ohne weitere Erklärung ersichtlich sein. Man wird zweckmäßig Binder über e h und f g anordnen, welche parallel den parallelen Seiten a d und b c stehen, und endlich einen Binder in der Mitte von e f.

§ 101. Die Ausmittelung eines windschiefen Daches.

Bei der Anordnung einer windschiefen Dachfläche kommt es zunächst auf die Bestimmung der Lage der Firstlinie und der Anfallspunkte der Walme an, wenn solche angebracht werden sollen. Die Firstlinie legt man mit der Hauptfront des Gebäudes, also in Fig. 342, Taf. 17, mit d f parallel und in einer solchen Entfernung von derselben, daß weder die ebene, noch die windschiefe Dachfläche eine zu flache Lage bekommt und die mittlere Neigung in beiden ziemlich gleich wird.

Wenn die Firstlinie und die Walmtiefe bestimmt ist, verlängert man die Firstlinie b g über g hinaus bis zur Fußlinie der Walmsparren, ferner zieht man durch b und g Linien b a und g e rechtwinkelig auf b g bis zur Fußlinie der Sparren der windschiefen Fläche.

Nunmehr teilt man die Linien a b und g e, sowie die Linie g h in eine gleiche Anzahl Teile, verbindet die Teilungspunkte 1 und I, 2 und II u. s. w. durch gerade Linien und ziehe die Linien (1) v, (2) t, (3) w . . parallel mit h n, wodurch man die Durchschnittspunkte (I), (II), (III), (IV) erhält. Verbindet man nun diese Punkte miteinander durch eine Kurve, so gibt diese den Grundriß der Mittellinie des krummen *Gratsparrens an.*

§ 102. Das Abbinden des ſtehenden Stuhles eines windſchiefen Daches.

Iſt die ganze Ausmittelung der Grundfigur hergeſtellt, ſo wird das eigentliche Zulegen des Werkſatzes vorgenommen, und zwar ſo, daß an der Stelle, wo die Spitze d des Walmes anfällt, ein Binderbalken, Fig. 344, Taf. 18, zu liegen kommt, weil über dieſem Balken ſpäter dasjenige Hauptgebinde aufgeſtellt wird, gegen welches der Walm anfällt.

Iſt die Balkenlage vollſtändig gelegt, ſo werden die verſchiedenen Hauptgebinde zugelegt, weil dieſe an der windſchiefen Dachfläche verſchiedene Neigungswinkel erhalten. Die Sparren der windſchiefen Dachfläche müſſen, wenn ſie urſprünglich einen rechteckigen Querſchnitt haben, auf ihrer Oberfläche noch behauen werden, denn wenn ſie mit ihrer Fußſchmiege auf den Balken aufſtehen, ſo iſt die Vorderkante dieſer Fußſchmiege parallel zur Firſtlinie und wenn ſie nun parallel der Traufſlinie abgeſchnitten werden, ſo daß der Schnitt durch den einen Endpunkt der Fußſchmiege geht, ſo wird die Schnittfläche ein Dreieck zeigen und die eine Kante des Sparrens um die Höhe dieſes Dreiecks höher liegen und aus der Dachfläche hervorragen, Fig. 344 A.

Um das Längenprofil des krummen Gratſparrens zu erhalten, denke man denſelben nach m d in der Anſicht gezeichnet.

Man errichte zu dieſem Zwecke auf einer geraden Linie (b) (d), Fig. 345, Taf. 17, eine Senkrechte (d) d^{II} gleich der gegebenen Dachhöhe, teile dieſe in 5 gleiche Teile und ziehe durch dieſe Teilpunkte parallele Linien.

Auf der Grundlinie (b) (d) trage man von (m) aus, aus dem Werkſatz, Fig. 344, Taf. 18, die Entfernungen m IV, m III, m II, m I und m d ab, errichte in den erhaltenen Punkten ſenkrechte Linien. Es ergeben ſich dann mit den parallelen Linien die Durchſchnittspunkte IV', III', II', I' ꝛc., verbindet man die Punkte durch ein biegſames Lineal miteinander, ſo erhält man die verlangte Höhenkrümmung des Gratſparrens (m) d^{II}, nach welcher derſelbe behauen werden muß.

Außer der Höhenkrümmung erhält der Sparren noch eine Seitenkrümmung, die herzuſtellen nicht weiter ſchwierig iſt.

Man legt den nach der Höhenkrümmung behauenen Gratſparren auf die Zulage m'' d'', errichtet in den Punkten 1, 2, 3 und 4, Fig. 345, Taf. 17, ſenkrechte Linien auf m'', d'' und macht dieſe gleich den Abſtichen I (1), II (2), III (3) und IV (4) des Grundriſſes, Fig. 344. Die Auffindung der gekrümmten Mittellinie im Grundriß, d. i. die

Ermittelung der Punkte I, II, III, IV geschieht nach dem zu Fig. 342, Taf. 17 Gesagten.

Der liegende Stuhl ist bei einem windschiefen Dache nicht zu empfehlen, weil bei diesem außer den Sparren auch die Schwellen und Pfetten windschief bearbeitet werden müssen.

Die Abgratung geschieht wie bei einem geraden Gratsparren.

F. Die Pultdächer.

§ 103. Allgemeines.

Die Pultdächer haben nur auf einer Seite eine Dachfläche und lehnen sich mit dieser an eine lotrechte Wand, so daß sie eigentlich nur halbe Satteldächer darstellen.

Dergleichen Dächer finden in Städten bei Seiten- und Hintergebäuden vielfach Anwendung, wo die Dachflächen nach der inneren Seite, dem Hofe, abfallen müssen.

Die hohen Pultdächer sind möglichst zu vermeiden, weil sie einen zu ungleichen Seitendruck, und zwar nur von einer Seite her, ausüben, und die hohen Wände dem Sturme eine bedeutende Angriffsfläche darbieten. Endlich ist auch die Raumbenutzung eines hohen Pultdaches immer nur höchst mangelhaft.

Bei der Konstruktion eines Pultdaches hat man namentlich dahin zu sehen, daß die „Höhenwand" gegen den Schub der Dachfläche gehörig gesichert werde.

Man ordnet daher womöglich schräge Streben von den Balken nach der Dachfläche hin an und gebe den Sparren am oberen Ende immer ein gutes Auflager.

§ 104. Einige Beispiele von Pultdächern.

In Fig. 346, Taf. 18, ist ein Pultdach mit einer Zwischenpfette a dargestellt. Letztere wird durch Streben b unterstützt. Die Höhenwand AB ist aus Fachwerk konstruiert und nach außen mit $^1/_2$ Stein starkem Ziegelmauerwerk verblendet.

Der Längenverband wird durch Kopfbänder c von den Streben b nach der Pfette a gehend bewirkt.

Am oberen Ende werden die Sparren nach Fig. 347 auf die Pfette *der Höhenwand* aufgeklauet.

Um das Eindringen von Nässe am oberen Ende der Sparren zu verhindern, muß an die Sparrenköpfe ein Brett f genagelt werden. Damit dieses Brett sich aber nicht werfe, lege man oben auf die Hintermauerung noch ein Brettstück g, befestige dieses auf dem Rahmen der Höhenwand und an seiner äußeren Kante mit dem Brette f. Bei einer $^1/_2$ Stein starken Fachwerkswand wird oft diese Bretterverkleidung nach Fig. 348 ausgeführt.

Besteht die Höhenwand aus Holz, so dürfte es zweckmäßig sein, Pfosten durch die ganze Höhe der Wand reichen zu lassen, und an diese die Zangen a nach Fig. 349, Taf. 18, anzublatten. Gegen das Eindringen von Nässe genügt eine Bretterverschalung, Fig. 348, welche mit Schiefer bekleidet wird. Sollen die Sparren durch ein Kehlgebälk nach Fig. 350 unterstützt werden, so wird letzteres durch schrägstehende Stuhlwände b gestützt; indes ist hier die Anbringung einer Doppelzange 8/20 cm unterhalb der Stuhlschwelle, durch welche der Bindersparren mit dem Wandstiel verbunden wird, sehr zu empfehlen.

Das hintere Ende der Kehlbalken findet in der Höhenwand sein Auflager, entweder auf einem Rahmen oder einer Mauerlatte.

In Fig. 351 ist die massive Blendmauer bis zur Oberkante der Sparrenköpfe aufgeführt. Die Mauer wird dann mit einer Reihe horizontal gelegter, sich am Ende deckender Firstziegel belegt.

Fig. 352, Taf. 18, zeigt ein flaches Pultdach mit hohem Kniestock. Die Pfette a, zur Unterstützung der Sparren, wird durch Streben b, b unterstützt.

In Fig. 353 ist die Unterstützung des Rahmens resp. Kehlgebälks durch einen ähnlichen Bock, wie in Fig. 352 angegeben, hergestellt.

Der Längenverband der Dächer, Fig. 352 und 353, wird durch, unter die Sparren genagelte, Sturmlatten erreicht, es können aber auch von den Streben Kopfbänder nach der Pfette bezw. Rahmholz angebracht werden.

In Fig. 354 und 354A ist ein Mansarde-Pultdach dargestellt, das keiner weiteren Erklärung bedarf, indem nach dem bisherigen die Konstruktion sehr leicht ersichtlich ist. Dennoch hat dieses Dach den großen Mangel, daß in der Binderkonstruktion viel Langholz übereinander liegt, wodurch ein Sinken des Dachstuhls stattfinden kann. Besser ist deshalb die in Fig. 355 und 356 dargestellte Konstruktion mit durchgehendem Doppelpfosten a. Auch ist hier in Fig. 355A die Stuhlschwelle b zwischen die Dachsparren c und den Binderstiel d gelegt. In Fig. 356 ist der Doppelpfosten a dargestellt, eine Erläuterung ist nicht nötig.

In Fig. 357, Taf. 18, ist ein Pultdach mit Kehlgebälk in Verbindung mit einem einfachen Hängwerke gezeichnet. Die Kehlbalken a sind mit den Sparren und mit den Pfosten der Höhenwand überblattet.

Doppelte zangenartige Kehlbalken nach Fig. 358 anzubringen, dürfte jedoch der gezeichneten Anordnung vorzuziehen sein.

Fig. 359, Taf. 18, zeigt ein Pfetten-Pultdach mit doppeltem Hängwerk. Eine Erklärung ist überflüssig.

In Fig. 360, Taf. 18, ist ein Fall von Dächern mit ungleichen Neigungsflächen konstruiert.

Diese Dächer gewähren nicht die Sicherheit wie die gewöhnlichen Satteldächer, indem durch die ungleich großen Dachflächen ein zu ungleicher Schub der Dachflächen entsteht, wodurch die erhöhte vordere Wand sehr leicht verschoben werden kann.

Es muß daher stets der Schub der hinteren hohen Dachfläche aufgefangen und auf einen unterstützten Punkt des Balkens übertragen werden. Im allgemeinen sind diese Dächer wie die Pultdächer zu behandeln, so daß wir weitere Beispiele nicht anzuführen brauchen.

Gleichwie bei den Satteldächern lassen sich auch hier flache Dachneigungen anwenden, wie diese in Fig. 361 bis 363 dargestellt sind.

Sollen zu beiden Seiten eines Korridors, unter einem flachen Pultdache, zwei große Zimmer liegen, so empfiehlt sich die Anordnung in Fig. 363.

G. Die Zeltdächer.

§ 105. Allgemeines.

Die Zeltdächer kommen gewöhnlich nur über Gebäuden vor, deren Grundfiguren regelmäßige Vielecke wie Quadrate, Sechsecke, Achtecke u. s. w. bilden.

Ist die Grundfigur ein regelmäßiges Polygon, so stelle man über jeder Diagonale ein Gratgebinde auf und schifte an diese die übrigen Sparren an.

In der Spitze des Daches wird man immer eine Hängsäule (Helmstange, Kaiserstiel) anbringen, in welche die Gratsparren eingezapft und versetzt werden.

Da die Gratgebinde das ganze Dach tragen, so müssen dieselben recht „fest“ konstruiert werden, was namentlich durch Zangen und Dreiecksbildungen bewirkt wird.

Damit die Zangen der Gratgebinde in ihrem Kreuzungspunkte nicht überschnitten zu werden brauchen, so legt man sie in verschiedene

Höhen. Tragen diese Zangen Pfetten zur Unterstützung der Schiftsparren, so müssen die Pfetten auf den tiefer liegenden Zangen unterfuttert werden.

Die Helmstange wird gewöhnlich als Hängsäule benutzt, und wenn sie dann bis auf die Balken hinabreicht, so können zwei sich kreuzende Gratbalken überblattet werden.

Die übrigen Gratgebinde erhalten Gratstichbalken, welche gegen den Horizontalschub der Gratsparren gehörig gesichert werden müssen.

§ 106. Einige Beispiele von Zeltdächern.

In den Fig. 364 und 364A, Taf. 19, ist die Konstruktion eines Zeltdaches im Grundriß und im Diagonaldurchschnitt dargestellt, über einem Raume, dessen Grundform ein Quadrat von 7 m innerer Seite bildet. Es ist ein Unterzug c d angeordnet, so zwar, daß die Balken f auf ihm ruhen und gerade unter der Hängsäule (vergl. Fig. 365) der Unterzug sich mit einem Deckenbalken f kreuzt. Die Deckenbalken nehmen die Stichbalken g, g . . auf, in welchen die Sparren h, h . . stehen. Die Gratstichbalken m, m werden mit den zunächst liegenden Balken durch schwalbenschwanzförmige Zapfen verbunden und außerdem noch durch darüber gelegte eiserne Schienen gegen den Horizontalschub der Gratgebinde gesichert.

Die Gratsparren greifen oben in die Hängsäule mit Zapfen und Versatzung ein, dienen also als Hängstreben. Die Gratgebinde erhalten Zangen, welche in verschiedenen Höhen liegen, und zur Unterstützung derselben und zur Verstrebung des Ganzen sind noch die Streben k, k, Fig. 364A, von der Hängsäule nach den Zangen gehend, angeordnet.

Aus Fig. 365 ersieht man, daß die Mittelschifter o, o in Wechsel q, q . . zwischen den Gratsparren r eingezapft sind.

Die Hängsäule wird mit dem Balken f und dem Unterzuge c d durch Hängeisen verbunden. Fig. 365A.

Die Fig. 366 und 366A, Taf. 19, zeigen ein größeres Zeltdach von 14,70 m Weite über einem quadratischen Raume im Querschnitt und Grundriß, und zwar gibt der obere Teil der Fig. 366A die Sparrenlage und der untere Teil die Balkenlage.

Die Decke wird von vier sich rechtwinkelig durchkreuzenden Hängwerken getragen, deren Hauptbalken a, a die trennenden Friese in der Decke bilden und dem übrigen Gebälk zum Auflager dienen. Die sich kreuzenden Unterzüge sind überblattet und die Verbindung ist durch die

Hängeisen der über den Kreuzungspunkten angeordneten Hängsäulen b, b . . hinlänglich gesichert.

Die zwei doppelten Hängböcke durchkreuzen sich in der Art, daß nur immer zwei einander gegenüberliegende Spannriegel c, c in gleicher, die beiden anderen c' c' aber in entsprechender Höhe liegen; dasselbe gilt von den Doppelzangen d und d'.

Die Pfetten e, e sind durch die Hängsäulen gestützt, und sie können noch leicht dadurch tragfähiger gemacht werden, daß man sie mit den darunter liegenden Spannriegeln der Hängwerke und dazwischen gestellten Pfosten zusammenbolzt (Gitterträger). Zangenartige Kopfbänder gehen von der Hängsäule nach dem Pfettenkranz, dieselben sind in der Figur der Deutlichkeit halber fortgelassen.

Die Gratsparren werden oben in eine kurze Hängsäule versetzt, welche von doppelten Zangen f umfaßt wird.

Zur Sicherung der Binder gehen von den Streben aus noch Doppelzangen s nach den Bindersparren. In Fig. 366 B ist ein Gratbinder gezeichnet, in demselben erhält der Gratsparren am unteren Ende noch Unterstützung durch eine Strebe, die mit einer Doppelzange gefaßt wird.

Alles übrige der Konstruktion geht aus den Figuren deutlich hervor, und es wird nicht schwer halten, ein ähnliches Dach über einen noch größeren quadratischen Raum mit zwei oder drei Zwischenpfetten zu entwerfen.

In den Fig. 367 bis 367 D ist die Konstruktion eines Zeltdaches über einem achteckigen Raume von 15 m Weite im Durchschnitt, Grundriß und in den einzelnen Details dargestellt.

Es ist ein Balkenkreuz angeordnet, und zwar besteht dasselbe aus zwei sich rechtwinkelig kreuzenden Balken a b und c d, wovon jeder die Mitten zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Achtecks verbindet.

Ueber dieses Balkenkreuz sind zwei dreifache Hängwerke gerichtet, die eine gemeinschaftliche mittlere Hängsäule e haben.

Diese mittlere Hängsäule ist aus 4 Hölzern zusammengesetzt, die miteinander verbolzt sind. Fig. 367 B.

Zwischen dem Hauptbalkenkreuze sind übereck die kurzen Wechsel f, f, Fig. 367 A, eingesetzt und in diese dann die Gratstichbalken g, g und die Mittelstichbalken h, h eingezapft. Die übrigen Stichbalken z, z . . sind wieder in die Gratstichbalken eingelassen. Um nun diese Zwischenbalken zu unterstützen, sind unter die Hängsäulen i, i Schwellen m gelegt, *welche einen achteckigen* Rahmen bilden.

An diesen Schwellenkranz sind die Balken mittels Hängbolzen angehängt.

Die Gratsparren dienen als Hängwerkstreben, sie werden von den zweifachen Hängsäulen n, n umfaßt und endigen oben mit Zapfen und starker Versatzung in der mittleren Hängsäule.

Die Spannriegel q, q gehen bis zur Hängsäule e und sind in diese verzapft.

Statt der zu den dreifachen Hängböcken erforderlichen Spannriegel sind sehr schräge Streben k, k angeordnet, welche in die mittlere Hängsäule versetzt sind und oberhalb mit einer Versatzung jedesmal gegen die bezügliche Hängsäule anfallen.

In Fig. 367 A rechts und in Fig. 367 C ist angedeutet, wie oben die Gratsparren und die Mittelschifter endigen.

Fig. 367 D zeigt die Verbindung der mittleren Hängsäule mit dem Balkenkreuz.

In den Fig. 368 und 368 A, Taf. 19, ist ein Zeltdach über einem sechseckigen Raume von 18,5 m Durchmesser ohne Balkenlage dargestellt.

Das Dachgerüst wird von drei Hauptbindern, Fig. 368, gebildet, welche eine gemeinschaftliche Hängsäule a haben. Letztere hat einen sechseckigen Querschnitt, sie besteht aus vierfachen Hölzern, welche miteinander verbolzt sind.

Die Streben und Sparren der Hauptgebinde endigen oben mit Zapfen und starker Versatzung in der Hängsäule. Von den Spannriegeln b, b der Hauptgebinde geht nur einer durch, indem er von der Hängsäule umfaßt wird; die anderen endigen mit Zapfen in der Hängsäule und werden an diese mit eisernen Winkelbändern, Fig. 368 B, Taf. 19 und Fig. 368 C, Taf. 20, befestigt.

Die Pfetten d und e ruhen wie bei einem gewöhnlichen Dache auf den Hauptsparren f; sie werden in den Ecken durch eiserne Klammern oder Schienen zu einem festen Ringe verbunden, so daß dadurch der Horizontalschub des Daches auf die Umfangsmauern auf ein Minimum gebracht wird.

Die Mittelschifter g, g, Fig. 368 A, endigen oben in Wechsel h, h zwischen den Gratsparren.

Das in Fig. 369, Taf. 20, skizzierte achtseitige Zeltdach hat eine Weite von 18 m. Dasselbe zeigt vier Hängwerke, deren Balken durchgehen und in den Kreuzungspunkten überblattet sind.

Die zangenartigen Kehlbalken, welche die Gratsparren umfassen, ruhen auf den Spannriegeln der Hängwerke.

Von diesen Zangen gehen zwei sich rechtwinkelig kreuzende in ganzer Länge durch, liegen aber nicht bündig. Die anderen 4 Zangen sind in Wechsel eingezapft, welche auf und in den ersteren ihre Befestigung erhalten.

Auf den Zangen liegen die Pfetten für die Sparren. Diese Pfetten bilden einen horizontal liegenden Kranz und müssen daher an vier Stellen unterfuttert werden. Die Leersparren stehen in einem Stichgebälke und sind außerdem noch auf eine Sparrenschwelle aufgekämmt. Die Decke des Raumes bildet eine achtseitige Pyramide.

§ 107. Die kegelförmigen Dächer.

Was die Konstruktion dieser Dächer im allgemeinen betrifft, so ordne man eine Helmstange an und stelle einige Hauptgebinde auf, welche den Pfetten als Stützen dienen, durch welch' letztere die Zwischensparren getragen werden.

Nur die Bindersparren reichen bis an die Spitze des Daches, die Zwischensparren erhalten verschiedene Längen, indem man nach der Spitze zu, zwischen zwei Sparren nach und nach immer einen ausfallen läßt; die Zwischensparren können immer noch um ca. 1 m über die letzte, sie unterstützende Pfette hinausragen.

Die Pfetten wird man am besten als horizontal liegende Kränze gerade so aus Bohlen konstruieren, wie wir dies bei den Bohlendächern beschrieben haben.

Auch die Sparrenschwelle wird man am leichtesten als Bohlenkranz konstruieren.

Will man die ringförmigen Pfetten vermeiden, so muß man jeden einzelnen Sparren durch einen Kehlbalken unterstützen. Bei dieser Konstruktion erhalten die Bindergespärre durchgehende, die Helmstange umfassende Kehlbalken, und in diese zapft man Wechsel, welche wieder die Kehlstichbalken aufnehmen.

Die Fig. 370 und 370A, Taf. 20, zeigen ein 10 m weites entworfenes Kegeldach im Durchschnitt und im Grundriß.

Es liegt hier auf der Ringmauer a ein aus drei Lagen bestehender Bohlenkranz b, welcher mit der Mauer verankert ist. Fig. 370B.

Auf diesem Bohlenkranze ruhen die Sparren c, c, welche oberhalb ebenfalls wieder in einen dreifachen Bohlenkranz eingreifen. Fig. 370C.

Auch hier sind 8 Gratgebinde angenommen worden, welche eine *gemeinsame* Hängsäule h haben. Die Gratsparren tragen nun den

Bohlenkranz, der mit ihnen sorgfältig verbolzt und entsprechend ausgeschnitten ist, Fig. 370C. Je 2 rechtwinkelig gegenüberliegende Gratsparren werden nun durch eine Doppelzange gefaßt, von denen sich 2 in derselben Ebene unter dem Bohlenkranz und 2 Doppelzangen oberhalb des Bohlenkranzes befinden. Durch geringe Ueberblattungen liegt somit der Bohlenkranz unverrückbar fest. Die Gratsparren greifen mit Versatzung und Zapfen in die achtseitige Hängsäule und sind noch mit Verbolzungen gesichert. Die Hängsäule wird von den 4 Doppelzangen umfaßt und zwar einmal unterhalb, das andere Mal oberhalb des Bohlenkranzes. Zwischen die Doppelzangen sind Füllhölzer gebracht, um die Verbolzung wirksamer zu machen.

Fig. 370C zeigt die obere Verbindung der Konstruktion.

Um ferner ein Ausweichen der Sparren zu verhindern, ist um den Kranz bei jedem Sparren c, c ein eiserner Bügel gelegt, dessen Schenkel an den Sparren heruntergehen und mit starken eisernen Nägeln an denselben befestigt sind. Fig. 370D. Im Uebrigen dürfte die Konstruktion klar sein.

H. Die Turmdächer.

§ 108. Allgemeines.

Die Turmdächer unterscheiden sich von den gewöhnlichen Zeltdächern nur durch ihre bedeutende Höhe in Beziehung auf ihre Spannweite. Die Grundfiguren dieser Dächer sind meistens Quadrate oder regelmäßige Achtecke.

Durch Rechnung läßt sich nachweisen, daß die Turmdächer auf ihrer Unterlage eher verschoben als umgekantet werden.

Was die Verschiebung betrifft, so läßt sich folgende einfache Rechnung aufstellen.

Fig. 371, Taf. 20, stellt ein Turmdach auf quadratischer Grundfläche dar; die Seite dieses Quadrates werde mit a, die Höhe des Daches mit h bezeichnet.

Nehmen wir den nachteiligsten Fall an, daß der Sturm in horizontaler Richtung die Seitenfläche der Pyramide trifft, so ist die Kraft auf Verschieben

$$P = \frac{a \cdot h}{2} \cdot p,$$

wenn p den Druck des Windes auf das Quadratmeter bezeichnet.

Nennt man das Gewicht des Daches V und den Reibungskoeffizienten*) f, so ist das Dach im Begriff verschoben zu werden, wenn

$$P = V \cdot f, \text{ oder}$$

$$\frac{a \cdot h}{2} \cdot p = V \cdot f \text{ wird.}$$

Setzt man $f = 0{,}7$ (Eiche auf Kalkstein) und $p = 113$ kg (Druck des Windes bei 31,4 m Geschwindigkeit), so hat man:

$$\frac{a \cdot h}{2} \cdot 113 = V \cdot 0{,}7.$$

Da die Höhe des Turmdaches höchstens gleich der vierfachen Spannweite ist, so können wie setzen:

$$\frac{h}{4} \cdot \frac{h}{2} \cdot 113 = V \cdot 0{,}7.$$

$$\frac{113}{8} \cdot h^2 = 0{,}7 \cdot V.$$

$$1) \qquad V = \frac{113}{0{,}7 \cdot 8} \cdot h^2 = 20 \cdot h^2.$$

Bezeichnet q das Gewicht pro Quadratmeter Pyramidenoberfläche, so ergibt sich das Gewicht des Daches:

$$V = 4 \cdot \frac{a}{2} \cdot \sqrt{{}^1/_4 \cdot a^2 + h^2} \cdot q = {}^1/_2 \cdot h^2 \cdot \sqrt{{}^{65}/_{64} \cdot q} = {}^1/_2 \cdot h^2 \cdot q \text{ (rund).}$$

Diesen Wert für V in Gleichung 1 eingesetzt, liefert:

$${}^1/_2 \cdot h^2 \cdot q = 20 \cdot h^2, \text{ und daraus}$$

$$2) \qquad q = 40 \text{ kg; d. h.}$$

die Verschiebung eines schlanken Turmdaches würde bei einem Sturme von 31,4 m Geschwindigkeit erst dann eintreten, wenn das Quadratmeter Oberfläche (ohne Rücksicht des inneren Verbandes) nur 40 kg wöge; da aber das Gewicht des Turmdaches bedeutend größer ist, so folgt, daß man auch vor dem Verschieben der Turmspitze keine Besorgnis zu hegen braucht und deshalb ist auch die jetzt häufig gebräuchliche Verankerung des unteren Pfettenkranzes mit dem Mauerwerk durch längere Steinschraubenanker nicht zu empfehlen.

§ 109. Die Fehler der älteren Turmdächer.

Die im vorigen Jahrhundert allgemein übliche Konstruktion eines Turmdaches ist mit wenigen Abweichungen folgende:

---

*) Unter Reibungskoeffizient versteht man die Verhältniszahl zwischen dem *Drucke und der Reibung* (Bewegungswiderstand.)

Das Turmdach besteht aus mehreren Stockwerken, jedes aus dem liegenden Stuhle gebildet und mit durchgehendem Gebälk versehen.

In der Mitte geht von der Spitze auf die ganze Höhe des Daches und gewöhnlich noch in den massiven Turm bis zum nächsten Zwischengebälk eine starke Helmstange, in welche die Gebälke eingezapft sind.

Die Mauerlatten liegen in der Regel in dem Mauerwerke vertieft.

Diese Konstruktionsart kostet sehr viel Holz und ist schwer zu reparieren. Die Stuhlpfosten sind durch die Gebälke unterbrochen und haben keinen festen Stand, indem die horizontalen Hölzer sich zusammendrücken und eintrocknen.

Der Turm wird durch die lange Helmstange und die damit verbundenen Gebälke unnötig belastet.

Dabei trägt die Helmstange die durch Sturm bewirkten Erschütterungen des Daches auf die Mauern über.

Das Regenwasser wird sehr leicht in die Schwellen geleitet, wodurch diese bald faulen und Senkungen veranlassen.

Häufig fängt sogar das Zimmerwerk des Turmdaches schon in den zwei obersten Geschossen an, welche Ausbildung durchaus fehlerhaft ist und statt der gewollten Sicherheit nur zur Schwächung des Turmmauerwerks beiträgt.

Die im Mittelalter ausgeführten Turmdächer sind zweckmäßiger konstruiert; sie enthalten mehrere in der Mitte des Grundrisses sich kreuzende Dreiecke und die Verbindung der Holzstücke ist nicht durch Zapfen, sondern durch schwalbenschwanzförmige Ueberblattung bewirkt, wobei aber die Hölzer nicht bündig, sondern ganz flach überschnitten sind.

§ 110. Die wichtigsten Grundsätze für die Konstruktion der Turmdächer.

Für die Konstruktion der Turmdächer hat man folgende Regeln zu beachten:

1. Das Zimmerwerk des Turmdaches ist unmittelbar auf das Mauerwerk des Turmes zu setzen, ohne jegliche Verbindung mit demselben.
2. Man verstärke die äußeren Dachwände und lasse das Innere des Daches hohl.
3. Die langen Helmstangen sind wegzulassen und nur kurze Hängsäulen zur Aufnahme der Hauptsparren und des Turmknopfes anzuordnen.

4. Die Gratsparren dürfen nicht durch horizontale Hölzer unterbrochen werden; wenn sie zu kurz sind, so verlängere man sie so, daß Hirnholz auf Hirnholz kommt.

5. Das Turmdach ist durch horizontale Verbindungen (Kränze) in mehrere kleine, abgekürzte Pyramiden zu teilen.

6. Alle Mauerlatten und Balken dürfen nicht eingemauert werden, sondern müssen nur auf der Mauer ruhen.

7. Die Gebälke und Sparren dürfen nicht unter die Hauptsparren, sondern neben dieselben gelegt werden.

8. In jedem Stockwerk des Daches ist ein Fenster anzubringen, um jeden Schaden des Dachwerks leichter überblicken zu können.

9. Bei größeren Turmdächern muß die innere Konstruktion als Gerüste zum Aufschlagen von Stock zu Stock, und später zugleich dazu dienen, mit Leichtigkeit zu den wichtigsten Punkten der Konstruktion gelangen zu können. Dieser Forderung wird indes schon durch Beobachtung der Regel unter 5 genügt. Man wird mit Leichtigkeit Leitergänge mit Zwischenpodesten anlegen können.

§ 111. Einige Beispiele von Turmdächern.

Das auf Taf. 20 gezeichnete achtseitige Turmdach hat eine Höhe von 12,5 m.

Es ist Fig. 372 der Grundriß, Fig. 373 die Ansicht, Fig. 374 ein Diagonalbinder, Fig. 375 der Grundriß der 8 Gratsparren im First, Fig. 376 und 377 sind zwei Horizontalschnitte und Fig. 378 bis 380 einige Einzelheiten.

Es gehen nur zwei Balken a, a, Fig. 372, ganz durch, sie sind in den Kreuzungspunkten überblattet und treffen auf die Ecken der achtseitigen Pyramide.

Zwischen diese Balken sind vier Wechsel b, b .. eingezogen, welche die übrigen Grat- und Zwischenstichbalken aufnehmen. Das ganze Gebälk ist auf einen doppelten Mauerlattenkranz c verkämmt, welcher ohne alle Verankerung auf der Turmmauer liegt.

Die 8 Hauptsparren lehnen sich mit Versatzungen an eine, durch die beiden oberen Stockwerke reichende Helmstange d, Fig. 374, welche von den Zangen e, e und f, f umfaßt wird. Zur gehörigen Verstrebung sind von den Balken a nach der Helmstange vier Streben g, g .. angeordnet, welche ebenfalls von den oben erwähnten Zangen schloßartig umfaßt werden; die 4 anderen Sparren werden durch Kehlbalken

oberhalb des Zangenkreuzes unterstützt, welche sich in die Hängsäule einzapfen.

Die Zwischensparren endigen oberhalb in Sparrenwechsel h, h zwischen den Hauptsparren. Fig. 373.

Die 8 Hauptsparren werden in der Spitze des Turmdaches von einer Hülse i (Muffe) umfaßt, welche ein eisernes Kreuz k trägt, Fig. 379 und 380. Die Helmstange, Fig. 378, erhält an ihrem oberen Ende Ausschnitte, gegen welche sich die Versatzungen der 8 Gratsparren setzen.

Häufig bekommen die Turmdächer eine geschweifte Form, namentlich bei kleineren Türmen, wie in Fig. 381 angedeutet ist. Dann wird diese Form durch auf die Gratsparren bezw. auch auf die Mittelsparren aufgenagelte Bohlenstücke, welche durch Bohlenzangen mit dem Sparren verbunden werden, hervorgebracht, wie Fig. 382 darstellt. In den Fig. 383 bis 391, Taf. 21, geben wir die Konstruktion eines von Moller entworfenen und unter dessen Leitung ausgeführten achtseitigen Turmdaches von 29 m Höhe.

Das Dach besteht aus acht Hauptsparren a, a . . von 20/27 cm Stärke, zwischen denen sich jedesmal zwei Sparren befinden.

Das untere Gebälk besteht aus vier sich rechtwinkelig kreuzenden Balken b, b . . und den Stichbalken c, c. Dasselbe ruht auf einem doppelten Mauerlattenkranze d, welcher in Fig. 385 dargestellt ist.

Die Seitenflächen der Gratsparren sind parallel mit der Richtung der aufgehenden Balken, sie bilden vier große Dreiecke, deren Ebenen nach der Spitze hin geneigt sind, eine Anordnung, welche von der üblichen, daß nämlich die Gratsparren nach der Richtung einer senkrecht zur Achse geführten Ebene stehen, ganz abweicht, und mit der eigentümlichen Anordnung der Stockwerkabteilung zusammenhängt.

Die Pyramide ist durch fünf Zwischengebälke, deren Balken mit den Ecksparren seitwärts verkämmt und verbolzt sind, in sechs Stockwerke geteilt.

Je zwei dieser Balken von gleicher Richtung liegen in gleicher Höhe, und sind mit den anderen beiden verkämmt und verbolzt, wie solches aus dem Durchschnitt Fig. 383 und den Grundrissen der verschiedenen Stockwerke, Fig. 387 bis 391, hervorgeht.

Oberhalb lehnen sich die Hauptsparren an eine nur durch die beiden oberen Stockwerke reichende Helmstange, welche von den Zangenbalken umfaßt wird. Die Zwischenbalken endigen oberhalb, wie die Ansicht Fig. 384 zeigt, in Sparrenwechsel e, e zwischen den Hauptsparren.

Die drei unteren Zwischengebälke werden an den Enden durch abwechselnde Andreaskreuze f, f . . unterstützt, welche mit Schwelle und Rahm über die Gratsparren hinweggreifen und, mit diesen überschnitten, zugleich den Zwischensparren zum Auflager dienen.

Die Fig. 392 bis 397, Taf. 21, geben die Konstruktion eines romanischen Turmdaches. Nach der in Fig. 397 dargestellten Ansicht bildet das Dach eine vierseitige Pyramide über einem vierseitigen Giebelturme, so daß das Dach selbst aus vier Rautenflächen a, a zusammengesetzt ist.

Fig. 393 gibt den Durchschnitt in der Richtung der Giebel, nach x y des dazu gehörigen Grundrisses mit der untersten Balkenlage, Fig. 392.

Fig. 395 zeigt den Durchschnitt nach der Diagonale c d des in Fig. 394 zugegebenen Grundrisses in der Höhe der Giebelspitzen.

In den unteren Winkelspitzen der Rautenfelder trifft jeder Hauptsparren mit zwei Ortsparren zusammen, und wie hier die Verbindung hergestellt ist, zeigt Fig. 393 in der äußeren, Fig. 395 in der inneren Ansicht und Fig. 396 in einer isometrischen Projektion.

§ 112. Die Sheddächer.

Für Anlage von Fabriksälen, Werkstätten sind diese Dächer von großem Vorteil, da sie einesteils leicht aufzustellen sind, anderenteils aber auch nach Belieben Licht und Luft einlassen. Die Lichtquellen liegen stets in der steilen Dachfläche, alle Wandflächen sind zur Aufnahme von Maschinen, Arbeitsgestellen u. s. w. frei.

In Fig. 398, Taf. 21, ist ein Beispiel solcher Dächer gezeigt. Sie erhalten meist $^1/_3$ der Breite als Höhe, die flache geneigte Dachfläche wird mit Schiefer bedeckt, während die steile Dachfläche Fenster erhält. Diese Fensterseite legt man bestens nach Norden. Der einzige wunde Punkt dieser Dächer sind die Kehlen zwischen den einzelnen Dächern, dieselben sind mit begehbaren Rinnen zu versehen, gehörig dicht zu machen und — wenn angängig — so zu legen, daß sie vom Schnee nicht verweht werden können. In Fig. 398 A ist die Rinnenanlage in einer solchen Kehle dargestellt. Auf einer sorgfältigen Brettausfüllung der Kehle kommt erst eine Zinkeindeckung, in welcher dann die eigentliche Rinne beweglich und mit einem Gangbrett versehen, eingelegt wird.

§ 113. Die Glockenstühle.

Die Glockenstühle oder Glockengerüste haben die Bestimmung, die *zum Läuten* vorgesehenen Glocken zu tragen. Bei der Konstruktion

derſelben iſt namentlich zu berückſichtigen, daß ſie eine ſolche Anordnung erhalten, daß ſie den beim Läuten der Glocken entſtehenden Schwingungen durchaus Widerſtand leiſten können. Es müſſen daher die Glockenſtühle gegen alle Seitenbewegungen vollkommen geſichert konſtruiert werden.

Da aber bei einer noch ſo zweckmäßigen und feſten Anordnung der Glockenſtühle dieſe beim Läuten der Glocken in Schwingungen geraten, ſo iſt es erforderlich, daß der Glockenſtuhl möglichſt für ſich angeordnet und durchaus nicht mit den Ankerbalken oder den Mauern des Turmes verbunden werde.

Zu den Glockenſtühlen darf man nur ſtarkes, geſundes und gut ausgetrocknetes Eichenholz nehmen, und um die ganze Konſtruktion unverſchieblich zu machen, ſind möglichſt viele Dreiecke zu bilden, welche in ihren Spitzen Schraubenbolzen erhalten, die nach dem vollſtändigen Austrocknen der Hölzer „nachgezogen“ werden können. Das Innere des Glockenſtuhls muß ferner von allen Verbandſtücken möglichſt frei bleiben, damit die Glocke ungehindert ſchwingen kann und nirgends anſtößt. Obwohl in neuerer Zeit die Glockenſtühle ſelbſt meiſt aus Eiſen, namentlich für größere Kirchen und Geläute hergeſtellt werden, ſo kommt es doch häufig genug noch vor, daß der Zimmermann einen Glockenſtuhl konſtruieren muß, und da mag er dann die oben gegebenen Regeln beobachten, vor allen Dingen außer gutem, ausgeſuchtem Holz gute Holzverbindungen herſtellen, Zapfen und Schraubenbolzen nicht ſparen.

In Fig. 399 bis 401, Taf. 22, iſt ein Glockenſtuhl für zwei Glocken im Grundriß und in zwei Anſichten dargeſtellt.

Das Schwellwerk beſteht aus ſieben Langſchwellen c, c, drei Schwellen d d für die Glockenſtuhlwände und einer Schwelle g zur Verankerung der Langſchwellen.

Jede Glockenſtuhlwand iſt aus drei Pfoſten e, e, e, vier Streben f, f .. und einem Rahmenſtück h zuſammengeſetzt. Um das Verſchieben der Pfoſten nach der Richtung der Langſchwellen zu verhindern, ſind die Streben k, k und m, m angebracht.

Oben werden die zwei Wände des Glockenſtuhls durch Querhölzer o, o, welche auf die Rahmſtücke h, h verkämmt und an welche die Streben k, k verblattet und verbolzt ſind, verbunden.

Die Fig. 402 bis 404, Taf. 22, zeigen einen Glockenſtuhl für drei kleinere Akkord-Glocken.

Die Anordnung iſt zur Genüge aus den Figuren zu erſehen, nur iſt zu bemerken, daß die ſämtlichen Streben mit Zapfen und Verſatzungen

in die Schwellen und Pfosten eingreifen und außerdem mit denselben verbolzt sind.

Zur Orientierung sind in den folgenden Figuren noch einzelne Teile der Glockenaufhängung u. s. w. skizziert.

Fig. 405 Glockenbalken mit Glocke und Schwengel.

Fig. 405 A Befestigung des Schwengels an den Glockenbalken.

Fig. 406 eine zweite Befestigung des Schwengels an den Glockenbalken.

Fig. 407 Befestigung des Schwengels mit Kreissegment an den Glockenbalken.

Fig. 408 Zapfenlager in verschiedenen Ansichten.

Fig. 409 ein zweites Zapfenlager mit einem untergelegten Holzstück a.

Eine weitere Beschreibung dieser Konstruktion ist hier überflüssig, indem aus den Zeichnungen alles leicht erklärlich ist.

Eine vorzügliche Aufhängungsmethode ist von Ritter erdacht. — Die Zapfen des Joches ruhen in beweglichen, unten abgerundeten Metallscheiben, welche das Gewicht der Glocke mittels einer Schiene auf die Tragbalken des Glockenstuhles übertragen. Die Scheiben sowohl, als auch die Schienen, sind an den Rändern mit übereinstimmender Zahnung versehen, um das Ausgleiten der Scheiben zu verhindern.

I. Die Dächer aus Holz und Eisen bestehend.

§ 114. Allgemeines.

Mit wenigen Ausnahmen werden heute größere Dachkonstruktionen aus Eisen hergestellt, namentlich dann, wenn die Feuersicherheit eines Gebäudes sehr in Frage kommt, so bei Theatern, Museen u. s. w., oder wenn große Spannweiten zu überdecken sind, Bahnhofshallen, Kirchen; dagegen wird man wieder bei Gebäuden, in welchen stets feuchte Dünste vorhanden sind, z. B. bei Schwimmbassins, besser Holzkonstruktionen verwenden, da das Eisen von der steten Feuchtigkeit sehr angegriffen wird. In früheren Zeiten, als man der Eisenkonstruktionen noch nicht derartig Herr war wie heute, behalf man sich damit, daß man bei Deckenkonstruktionen Eisen und Holz kombinierte. Es wurden dabei die Sparren und Pfetten aus Holz, alle anderen Verbandstücke, bei welchen es hauptsächlich nur auf absolute bezw. Zug-Festigkeit ankommt, von Schmiedeeisen genommen; bei derartigen Dächern hört indes die eigentliche Zimmerkunst auf und man sollte sie heute nicht mehr anwenden. Nachfolgend sollen einige Beispiele folgen.

§ 115. Einige Beispiele von Dächern aus Holz und Eisen bestehend.

Fig. 410, Taf. 22, zeigt ein einfaches Hängwerk von 9 m Spannweite mit einer eisernen Hängstange. Die Verbindung der Hängstange mit dem Hängbalken, resp. den beiden Streben ist in Fig. 410 A und 410 B zu ersehen. In Fig. 410 B ist ein gußeiserner Schuh angenommen, auf dem die Firstpfette ruht und in welchem die Hängestreben eingreifen.

In Fig. 411 ist ein doppeltes Hängwerk von 11 m Spannweite dargestellt. Der lange Spannriegel wird ebenfalls von einer Hängstange aufgefangen. In Fig. 411 A ist die Verbindung des Spannriegels mit der Hauptstrebe zu erkennen. Bei größeren Spannweiten werden die Hauptsparren durch mehrere Streben unterstützt und der Hängwerksbalken durch Hängstangen an den Hauptsparren aufgehängt.

Als Beispiel einer Ausbildung eines solchen kombinierten Daches sei das Dach über einer Badehalle in Fig. 412 bis 416 dargestellt. Das Dach ist ein Pfettendach, dessen dritter Teil mit einem besonderen Oberlichtdach versehen ist. Die Spannweite ist 14,72 m. Aus Fig. 412 erhellt das System: 2 Hauptsparren bezw. Streben a a, welche sich gegen besondere Wandpfosten b b mit Versatzung setzen, greifen mit ihren oberen Enden in eine Hängesäule c. Der Schub dieser Streben wird nun durch Rundeisen d d an zwei Stellen in zweckmäßiger Weise aufgenommen, nämlich einmal oben dicht über der Mittellinie der Strebenversatzung bei e und zwar hier mit Hilfe einer Doppelzange und ein ander Mal unten, wo ein Ausweichen des Wandstieles b, hervorgerufen durch die kleinen Kopfbänderstreben f, zu befürchten ist. Auf die Hauptstreben a, a setzen sich die Pfetten g, g, welche teils durch kurze Doppelzangen, welche die Hauptstreben ganz umfassen und mit ihnen verbolzt sind, getragen werden. Die mittleren Pfetten tragen dann das Oberlichtdach, in dessen vertikalen Wänden Vorrichtungen zum Entlüften angebracht sind. Das Oberlichtdach selbst ist aus Sprosseneisen hergestellt und ruht auf Holzpfetten, was wohl nur der leichteren Montierung halber geschehen ist. Kräftige Doppelzangen m umfassen alle Konstruktionsteile. Der Längsverband wird durch Kopfbänder, welche der Deutlichkeit halber in den Figuren fortgelassen sind, und durch Langhölzer n, n hergestellt. Diese Langhölzer dienen zu gleicher Zeit zur Aufnahme der Holzverschalung für die Deckenausbildung. Naturgemäß sind alle Holzverbindungen durch Schraubenbolzen besonder-

gesichert. In die Zugstangen sind stets Schraubenschlösser eingebracht, so daß ein Anziehen derselben stattfinden kann.

Fig. 413, Taf. 22, zeigt die Konstruktion beim Umfang der oberen Zugstange.

Fig. 414 zeigt die Hauptstreben und die Hängesäule.

Fig. 415 stellt dar, wie die einfache Hängesäule von den Zugstangen umfaßt wird.

Fig. 416 zeigt, wie das horizontale Oberlicht ansetzt.

Endlich sei noch eine Konstruktion erwähnt, zu welcher der Zimmermann durch die heute ausgebreitete Verwendung massiver Decken gezwungen wird. Es wird vielfach vorkommen, daß die Decke über dem letzten Geschoß massiv und der darauf stehende Dachstuhl aber aus Holz hergestellt werden soll. Der Dachboden soll naturgemäß möglichst frei bleiben und man will durch etwa aus dem Dachfußboden hervortretende Schwellhölzer nicht belästigt werden. Da kann man sich auf folgende Weise helfen: Die massive Decke hat für gewöhnliche Fälle I-Eisen als Deckenträger von 23 bezw. 26 cm Höhe nötig, man teilt nun die Deckenträger so ein, daß der Dachbinder auf einem Deckenträger zu stehen kommt, dieser wird naturgemäß höher und besteht dann meist aus zwei miteinander verbundenen I-Eisen von etwa 32 oder 34 cm Höhe. Auf diesen Doppelträger bringt man nun rechts und links zwei Schwellen für die Dachstiele und Streben und verbindet dieselben mit dem Doppelträger durch Eisenbügel, damit der Zusammenhang der Schwellhölzer hergestellt wird. Auf die massive Decke wird Ausfüllmaterial und dann ein etwa 6 bis 8 cm starker Estrich gebracht, so daß die Oberkante dieses Estrichs mit der Oberkante des Doppel-I-Trägers bündig liegt und man somit ohne durch vortretende Schwellhölzer behindert zu sein, den Dachboden begehen kann. Fig. 417 und 417 A, Taf. 23, dienen zur Erläuterung.

In Fig. 418 bis 420 ist ein in Fachwerk erbauter großer Gesellschaftssaal für ländliche Verhältnisse in Ansicht, Schnitt und Grundriß im Maßstabe 1 : 100 zur Darstellung gebracht. Das Dach ist ein kombiniertes Häng- und Sprengwerk; der Schub der Streben ist durch hintereinander stehende starke Säulen aufgenommen, welche durch Querhölzer miteinander verbunden bezw. versteift sind. Der Saal ist 14 m breit und etwa 24 m lang. Die daran befindliche 6 m breite Veranda hat, wie aus Fig. 418 ersichtlich, 5 Satteldächer erhalten, deren Kehlsparren jedoch Neigung haben, so daß die Kehlen vom First an der Saalseite bis zur Traufe der Verandadächer Fall haben und sich somit

vorzüglich entwässern. Im übrigen wird der Schüler alle gegebenen Regeln angewendet finden.

In Fig. 421 ist die Ausbildung eines Fachwerksgiebels gegeben, welche sich den alten Ausbildungen der Renaissancezeit anschließt. — Fig. 421 A stellt ein kleines Satteldach mit Krüppelwalm dar.*)

Achtes Kapitel.

Die Treppen.

§ 116. Benennung der Treppenteile.

Liegt eine Treppe außerhalb eines Gebäudes, so heißt sie eine Freitreppe, zum Unterschiede von den im Innern eines Gebäudes liegenden oder inneren Treppen. Letztere vermitteln die Verbindung mehrerer Geschosse eines Gebäudes untereinander, sowie mit dessen Keller und Boden, und man hat daher Geschoßtreppen, Kellertreppen und Bodentreppen. Die Treppe in einem größeren Gebäude, welche als nächster Zugang zu den Haupträumen der oberen Geschosse benutzt wird, heißt die Haupttreppe. Die übrigen Treppen haben in Wohngebäuden die Bestimmung des wirtschaftlichen Gebrauchs ꝛc. und sind daher Nebentreppen, geheime Treppen. Die einzelnen Absätze einer Treppe sind die Stufen. Davon heißt die unterste die Antrittsstufe, die zu oberst gelegene die Austrittsstufe. Breitere Stufen der größeren wagerechten Plätze nennt man Ruheplätze oder Podeste. Durch diese Podeste kann eine Treppe wiederum in mehrere Teile zerfallen, von welchen jeder ein Treppenarm ist. Die aus einem Stücke gearbeiteten Stufen werden Blockstufen genannt; von den aus mehreren Stücken zusammengesetzten Stufen heißt das Stück, welches den Auftritt bildet, die Trittstufe, dasjenige Stück, welches die Höhe abschließt, die Setz- oder Futterstufe. Die Treppenwangen sind die die Treppe seitwärts begrenzenden balkenartigen Teile, in oder auf welchen die Tritt- und Futterstufen befestigt sind. Die Treppen mit

*) Entlehnt aus „Hans Issel, Der Holzbau, umfassend den Fachwerk-Block-Ständer und Stabbau". Mit 400 Abbildungen und 12 Tafeln. Preis 5 M. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig.

Wangen unterscheiden sich in solche mit eingeschobenen, und in solche mit aufgesattelten Stufen, je nachdem die Stufen seitwärts in die Wange in Nuten eingeschoben, oder auf die zackenartig ausgeschnittene Wange aufgelegt oder aufgesattelt werden.

§ 117. Form der Treppen.

Hinsichtlich der Form der Treppen unterscheidet man gerade, gebrochen gerade und gewundene Treppen.

Die geraden Treppen sind solche, bei denen die Richtung von Geschoß zu Geschoß in ihrer ganzen Länge unverändert bleibt.

Die geraden Treppen sind gebrochen, wenn die Treppenarme nicht alle in ein und dieselbe Richtung fallen.

Verändert die Treppe von Stufe zu Stufe ihre Richtung, so heißt sie eine gewundene und nimmt den Namen an, den die Kurve hat, welche sie im Grundplan beschreibt. In dieser Hinsicht erhält man kreisrunde, elliptische ꝛc. Treppen. Hat eine solche Treppe eine innere Wange, die noch einen hohlen Raum im Innern des Treppenhauses umschließt, so heißt die Treppe eine Wendeltreppe mit hohler Spindel, ist aber diese innere Wange nicht vorhanden, sondern wird in der Wendung ein voller Pfosten zur Unterstützung der Stufen aufgestellt, so heißt die Treppe eine Spindeltreppe.

§ 118. Verschiedene Grundrißanlagen der Treppen.

Auf Taf. 24, Fig. 422 bis 444 sind im Maßstab 1 : 100 verschiedene Grundrißformen von Treppen dargestellt, welche einer Erklärung nicht bedürfen.

§ 119. Hauptrücksichten bei der Anlage einer Treppe.

Die gute Anlage einer Treppe unterliegt verschiedenen Anforderungen, die teils in Bezug auf Bequemlichkeit, Sicherheit, Zweckmäßigkeit und Schönheit an sie gemacht werden. An der Spitze der Anforderungen steht die Bequemlichkeit und Sicherheit beim Auf- und Absteigen. Zu einer gut konstruierten Treppe gehört:

a) Der Auftritt (Breite einer Trittstufe ohne Vorsprung) und die Steigung (vertikale Entfernung von der Oberfläche einer Trittstufe zur Oberfläche der nächstfolgenden) müssen in einem passenden Verhältnis *zu einander* stehen.

Man pflegt den Grundsatz aufzustellen, daß die Anstrengung beim Ersteigen einer Treppe nicht größer sein dürfe, als beim Gehen auf der Ebene, das senkrechte Erheben des Fußes aber das Doppelte der Anstrengung, welche zum Ausschreiten auf der Ebene nötig, erfordere.

Nimmt man nun den bequemen Schritt des Menschen auf der horizontalen Ebene zu 64 bezw. 65 cm, dann muß die doppelte Steigung in Zentimetern zu dem Auftritt in Zentimetern addiert 64 bezw. 65 cm geben.

Hiernach gehört zu einer Steigung von:

bei 64 cm		bei 65 cm	
16 cm	ein Auftritt von 32 cm	16 cm	ein Auftritt von 33 cm
17 „	„ „ „ 30 „	17 „	„ „ „ 31 „
18 „	„ „ „ 28 „	18 „	„ „ „ 29 „
19 „	„ „ „ 26 „	19 „	„ „ „ 27 „
20 „	„ „ „ 24 „	20 „	„ „ „ 25 „

Bei größeren Steigungen kann man indessen diese Regel nicht mehr befolgen, indem ein kleinerer Auftritt als 23 cm beim Herabsteigen zu unbequem wird. Beim Hinaufsteigen kommt der 4 bis 6 cm große Vorsprung der Stufe noch zu Nutzen.

b) Die Steigung darf weder zu groß noch zu klein angenommen werden; 16 bis 18 cm wird das angemessenste Maß sein, sofern der disponible Raum es gestattet. Ein für Geschoßtreppen gewöhnlicher Wohngebäude beliebtes Verhältnis ist 18 cm Steigung bei 29 cm Auftrittsbreite; auch kommt 18 zu 26 cm vor.

c) Eine Treppe muß hinlänglich breit sein. Eine Haupttreppe sei in einem besseren Wohngebäude 1,25 bis 1,5 m, in öffentlichen Gebäuden, wie Schulen, Kirchen, Rathäusern ꝛc., 2 bis 3 m breit.

d) Die für eine Treppe festgesetzte Steigung sowohl als der Auftritt müssen bei ein und derselben Treppe dieselben bleiben.

e) Man darf eine Treppe ohne Unterbrechung nicht zu lang machen, sondern muß lieber Ruheplätze (Podeste) anordnen. Zwischen zwei Ruheplätzen dürfen niemals mehr als 12 bis 15 Stufen liegen, aber womöglich auch nicht weniger, damit nicht zu oft Ruheplätze vorkommen, die im Finstern auch Unbequemlichkeiten beim Besteigen einer Treppe haben.

f) Bei einer gewundenen Treppe muß die Stufeneinteilung auf der Mitte des Treppenlaufes vorgenommen werden, damit das Verhältnis zwischen Auftritt und Steigung nicht zu sehr von einem bequemen Verhältnis abweicht.

g) Eine Treppe muß ununterbrochen durch alle Geschosse geführt werden, d. h. die Treppen müssen übereinander liegen.

h) Die Treppe muß gehöriges Licht haben und nicht versteckt liegen. Hiernach muß die Fensteröffnung womöglich gerade zwischen zwei übereinander fortlaufenden Wangen oder zwischen zwei übereinander liegenden Ruheplätzen immer in der Mitte des Treppenhauses angebracht werden.

Da die Fenster des Treppenflurs bei dieser Anordnung gewöhnlich in verschiedenen Höhen mit den übrigen Fenstern liegen, so thut man gut, wenn man die Frontwand des Treppenflurs vortreten läßt, und dieselbe einer anderen architektonischen Behandlung als den übrigen Teil der Langfront unterwirft.

Kann von der Seite kein hinreichendes Licht für die Treppe erlangt werden, z. B. wenn die Treppe in der Mitte eines Gebäudes liegt, dann muß ein sogenanntes Oberlicht, das eine schöne Wirkung hervorbringt, angeordnet werden.

i) Das Treppenhaus muß abgeschlossen und vor Zugwind geschützt sein. Der Zugang zu demselben ist auf irgend eine Weise auszuzeichnen und mit Glaswänden zu versehen, damit die Treppe von jedem, der das Haus betritt, sogleich gesehen wird.

k) Die Treppe muß geschmackvoll sein; die Geländerpfosten (Pilare) werden reicher verziert, als die Geländerstäbe, jedoch darf man hierin nicht zu weit gehen.

Die Geländerstäbe dürfen nicht zu weit voneinander entfernt angeordnet werden, damit kleine Kinder vor dem Durchfallen geschützt sind.

§ 120. Das Material zu den Treppen.

Das Holz, welches zu Treppen verwandt werden soll, muß ganz besonders trocken und vollkommen splintfrei sein, da sonst das Werfen und Zusammentrocknen des Holzes für die Haltbarkeit der Treppe gefährlich werden kann. Die Hölzer zu den Wangen müssen gerade gewachsen und astfrei sein.

Auch Aeste in den Stufen sind sehr nachteilig, da die Aststellen härter sind als die gewöhnlichen Fasern, und daher beim Abtreten der letzteren als Erhöhungen stehen bleiben.

Es eignet sich am besten:

Kiefernholz für Wangen, Eichenholz für die Krümmlinge, sowie *für die Trittstufen.* Birken-, Buchen-, Birnbaum-, Eschen-, Ahorn-

und Nußbaumholz zu den gedrehten Geländertraillen, den Spindeln an den Enden und Wendungen des Geländers und dem Handgriff.

§ 121. Die einzelnen Teile der Treppen*).

Die Treppen mit Wangen unterscheiden sich in solche mit eingestemmten oder eingeschobenen, und in solche mit aufgesattelten Stufen. Die eingeschobenen Treppen gewähren mehr Sicherheit und Dauer, obgleich die aufgesattelten zierlicher aussehen und daher sehr beliebt sind.

Die Treppenwangen für eingestemmte Treppen werden aus 5 bis 8 cm starken Bohlen konstruiert. Die Breite richtet sich nach der Größe des Auftritts und der Steigung. Die Wange einer Treppe mit eingeschobenen Stufen muß nämlich über der Vorderkante der Trittstufe, vertikal gemessen, noch 3 bis 5 cm Holz behalten, und ebensoviel unter der Hinterkante der Trittstufe, woraus sich die rechtwinkelig gemessene Breite ergibt. Fig. 448, Taf. 25.

Zu den Trittstufen nimmt man, je nach der Entfernung der sie unterstützenden Wangen voneinander, 5 bis 6 cm starke Bohlen. Die Stufen erhalten an ihrer Vorderkante einen Kehlleisten oder Rundstab, wobei zu berücksichtigen ist, daß keine scharfe Kante vorkommt, damit nicht so leicht ein Absplittern stattfinden kann.

Die Setzstufen haben nur die Ausfüllung der Oeffnung zwischen den Trittstufen herzustellen, sie brauchen nur 2 bis 2,5 cm stark zu sein.

Die Verbindung der Stufen mit den Wangen geschieht auf folgende Weise: Die Trittstufen werden mit ihrer ganzen Stärke etwa 2 bis 3 cm tief in die Wangen eingelassen. Da die Stufen demnach nur ein geringes Auflager erhalten, so müssen beide Wangen durch hier und da durchzogene Anker mit Schraubenbolzen fest zusammengezogen werden, um ein Herausfallen der Tritt- und Setzstufen unmöglich zu machen. Eine Nagelung oder Verschraubung zwischen Stufe und Wange ist bei eingeschobenen Treppen nicht erforderlich. Bei den aufgesattelten Treppen müssen die Wangen aus 6,5 bis 8 cm starken Bohlen gefertigt werden, und der am meisten geschwächte Teil der Wange muß mindestens 15 cm in der Höhe messen.

---

*) Vergl. Behse, Treppenwerk. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig. Preis 6 Mark.

Jede Trittstufe wird mit zwei starken Holzschrauben auf die tragende Wange aufgeschraubt, da eine einmalige Befestigung nicht das Werfen verhindern würde.

Die Setzstufen werden bei eingeschobenen Treppen in die höher liegende Trittstufe eingefalzt und entweder gegen die Rückseite der tiefer liegenden stumpf durch Nägel befestigt oder auch mit Falz auf die Trittstufe aufgesetzt. — Setzt man die Setzstufe mit Falz auf und in die tiefer liegende Trittstufe, so erhält man zwar eine gute Konstruktion, aber die Trittstufen müssen alsdann eine enorme Breite erhalten, wodurch derartige Treppen natürlich unverhältnismäßig teurer werden.

Soll die Unterseite der Treppe die Konstruktion zeigen, so wird alles Holzwerk sauber gehobelt und die Setzstufen erhalten gewöhnlich noch einen Kehlleisten oder ein Rundstäbchen, Fig. 446 und 450, Taf. 25. Bei aufgesattelten Stufen ist die Verbindung der Setzstufe mit der Trittstufe wie vorhin, nur wird die Setzstufe immer in die tiefer liegende Trittstufe eingefalzt, die dann auch an dieser Kante gekehlt wird.

Um die Feuergefährlichkeit der hölzernen Treppen in etwas zu vermindern, wird die Untersicht der Treppe der Länge nach mit Latten oder Brettern verschalt, gerohrt und geputzt. Zu diesem Zwecke werden die hinteren scharfen Kanten der Futterstufen etwas gebrochen, so daß die Schalung festgenagelt werden kann. Dergleichen geputzte Treppen müssen möglichst „steif" konstruiert werden, weil sonst der Putz leicht Risse und Sprünge bekommt. Vergl. Tafel 27, Fig. 471.

Da bei aufgesattelten Treppenstufen diese unmittelbar gegen den Wandputz stoßen, und dieser daher leicht beschädigt und beschmutzt wird, so bringt man hier eine treppenförmig gebildete Bretterbekleidung an.

Der Antritt einer jeden hölzernen Treppe besteht aus einer Blockstufe, die in den Fußboden eingelassen ist. Auf diese Blockstufe werden die Treppenwangen aufgeklauet und mit kurzen Zapfen in dieselbe eingelassen; zugleich wird der untere Geländerpfosten in diese Blockstufe eingezapft und die Wange greift dann mit einem Zapfen in diesen Pfosten. Fig. 449, Taf. 25.

Die Treppen lehnen sich mit ihrem oberen Ende gegen einen Wechsel, und damit die Fußbodendielen noch ein gehöriges Auflager erhalten, so macht man die oberste Stufe gewöhnlich nur so breit, als die Wange mit ihrer Klaue auf den Wechsel greift.

Bei aufgesattelten Treppen kann die Wange nicht auf den Treppenwechsel aufgeklauet werden, sondern sie lehnt sich nur gegen denselben und wird in denselben eingezapft.

Das Treppengeländer besteht aus dem Handgriff, den Geländerstäben (Traillen) und dem Geländerpfosten.

Der Handgriff muß eine solche Gestalt und Größe haben, daß man ihn bequem mit der Hand umspannen kann. Fig. 452, Taf. 25. Wird längs der Wand auch ein Handgriff angeordnet, so wird derselbe durch kleine eiserne, etwa 1 bis 1,2 cm im Durchmesser starke Stützhaken, Fig. 453, die bei eleganten Treppen noch eine Umhüllung von Bronzeverzierung mit Rosetten an der Wandfläche, Fig. 454 und 455, oder aber in Zinkguß erhalten. Das Ende dieser Stützhaken, welches in die Mauer eingreift, erhält gewöhnlich eine Dübelform oder eine Steinschraube und wird vergipst. Die Stützhaken werden 1 bis 1,5 m voneinander entfernt, in der Mauer dergestalt befestigt, daß sie in gleichen Abständen von der Mauer etwa 7 bis 9 cm vortreten, so daß, die Hand auf die Lehne gelegt, diese die Wandfläche nicht berühre; gewöhnlich läßt man in diesen Handgriff eine Flachschiene ein, wie Fig. 456 andeutet, wodurch der Handgriff sicher an allen Stellen unterstützt ist.

Die Traillen werden in vorgebohrte Löcher eingeleimt und es erfordert große Genauigkeit, diese Löcher in den Wangen, oder bei aufgesattelten Trittstufen in diesen und den Handgriffen so genau korrespondierend einzubohren, daß nach der Aufstellung alle Traillen senkrecht stehen. Die Höhe des Geländers beträgt senkrecht gemessen 0,9 bis 0,95 m von der Oberfläche der Trittstufen bis zur Oberkante des Handgriffes und diese Höhe muß auch da beibehalten werden, wo das Geländer um eine Treppenöffnung herumgeht. Beim Zeichnen der Treppe ist noch zu bemerken, daß man in den Grundrissen die Treppen in das Stockwerk einzuzeichnen pflegt, in welchem der Antritt der Treppe liegt, so daß die gezeichnete Treppe immer nach dem höher gelegenen Stockwerke führt.

§ 122. Berechnung der Treppen.

Um die Anlage einer Treppe zu finden, setzt man die ungefähre Steigung fest, welche sie den Umständen nach erhalten kann und erhalten soll. Dividiert man mit der Größe einer Steigung in die zu ersteigende Höhe, so findet man die Anzahl der Steigungen.

Ist der Quotient keine ganze Zahl, so hat man mit der dem gefundenen Quotienten am nächsten kommenden ganzen Zahl in die zu ersteigende Höhe zu dividieren.

Es sei z. B. die zu ersteigende Höhe = 4,2 m = 420 cm, die ungefähre Steigung 17 cm, so ergibt sich $\frac{420}{17} = 24\,{}^{12}/_{17}$ als Anzahl der Steigungen. Die nächste ganze Zahl ist 25 und man erhält die genaue Größe der Steigung $\frac{420}{25} = 16{,}8$ cm.

Da der Austritt der Treppe mit dem Boden des zu ersteigenden Raumes in einer Ebene liegt, so wird man in Treppen ohne Podeste stets eine Stufe weniger haben, als Steigungen vorhanden sind und wird in Treppen mit Podesten um soviel weniger Stufen und Auftritte erhalten, als der Austritt auf dem Treppenflur und auf sämtliche Podeste zusammen betragen.

Wenn eine Treppe für mehrere ungleich hohe Geschosse angelegt werden soll, so ist es wünschenswert, daß die Geschoßtreppen unter sich eine gleiche Anzahl Stufen und sämtliche Stufen ein und dieselbe Breite haben.

In einem drei Geschoß hohen Gebäude sei das Erdgeschoß 400 cm, das erste Geschoß 436 cm und das zweite Geschoß 415 cm hoch. Die durchschnittliche Geschoßhöhe beträgt:

$$\frac{400 + 436 + 415}{3} = 417 \text{ cm}.$$

Nimmt man die Steigung 17 cm an, so erhält man $\frac{417}{17} = 24\,{}^{9}/_{17}$ = 25 Steigungen und man hat für die Treppe

vom Erd- zum ersten Stockwerk	16	cm Steigung
„ ersten zum zweiten Stockwerk . . .	17,44	„ „
„ zweiten Stockwerk nach dem Boden .	16,6	„ „

Die Steigungen erhält man genau, indem man auf einer Latte die Höhe des Geschosses bezeichnet, diese in so viele gleiche Teile teilt, als die Anzahl der Steigungen für die Treppe beträgt.

Diese Art der Berechnung ist indes nicht immer anwendbar, da eine Steigung von 17,44 cm, also über 17 cm, für eine Treppe aus einem Hauptgeschoß in ein anderes, wie bei größeren städtischen Gebäuden und Wohnhäusern doch das erste und zweite Stockwerk sind, wenig günstig ist. Man wird deshalb eine Stufe einschieben müssen und hat dann vom Erdgeschoß nach dem ersten Stockwerk $\frac{400}{25} = 16$ cm *Steigung*, vom ersten nach dem zweiten Stockwerk $\frac{436}{26}$ = rund 16,8 cm,

vom zweiten Stockwerke bis ins Dach $\frac{415}{25} = 16{,}6$ cm; dies Verhältnis ist ungleich bequemer. Aus Vorstehendem ergibt sich also die Notwendigkeit, daß man oft die einzelnen Geschoßhöhen in Betracht ziehen muß, da namentlich ein großer Unterschied in den Steigungen zu vermeiden ist.

§ 123. Beispiele für die Berechnung der Treppen.

a) Es sei eine 130 cm breite Treppe mit zwei nebeneinander liegenden Armen und einem Podest anzulegen. Die Geschoßhöhe sei 410 cm. Die Breite des Treppenraumes stellt sich auf die doppelte Treppenbreite, d. i. $2 \cdot 130 = 260$ cm. Nimmt man die Steigung zu 17 cm an, so ist die Anzahl der Steigungen $\frac{410}{17} = 24\,{}^{2}/_{17}$ (24 gesetzt). Die Anzahl der Stufen beträgt 2 weniger, als die Anzahl der Steigungen, also $= 22$ und es erhält also ein Treppenarm 11 Stufen, macht eine Länge von $11 \cdot 30 = 330$ cm; hierzu die Podestbreite von 130 cm gibt eine Gesamtlänge von 460 cm. Taf. 24, Fig. 423.

b) Liegen die Treppenarme nicht dicht nebeneinander, sondern befindet sich zwischen ihnen eine Durchsicht, so benutzt man letztere sehr oft zur Unterbringung einiger Stufen, jedoch ist diese Anordnung nicht empfehlenswert, indem die Trennung zweier Podeste durch wenige Stufen unbequem ist. — Beträgt die Stufenbreite 30 cm, so erhält man für die Größe der Grundfläche: Treppe von 1,30 m Breite. Fig. 422.

Länge:	Treppenarm . . $8 \cdot 30$	$= 240$ cm
	2 Podeste à 130 cm	$= 260$ „
		500 cm
Breite:	2 Podeste . . . $2 \cdot 130$	$= 260$ cm
	5 Stufen . . . $5 \cdot 30$	$= 150$ „
		410 cm

c) Gebricht es an Raum für die Podeste, so ist man oft genötigt, in den Wendungen der Treppe gewundene Stufen anzubringen. Indessen wird man diese Anordnung nach Möglichkeit vermeiden, indem die Wendelstufen unbequem zu betreten sind und auch wegen der fehlenden Podeste eine größere Anstrengung des Aufsteigenden verlangen. Den gewundenen Stufen gibt man in der Mitte derselben eine solche Breite, wie die Auftrittsbreite der anderen Stufen beträgt. Bezeichnet man die Breite der Treppe mit b, so ist die Länge des Viertelkreises, welcher

in die Wendung gezeichnet werden kann, $0{,}785 \cdot b$. Aus der Länge dieses Bogens ergibt die Division durch die Auftrittsbreite die Anzahl der Stufen, welche in die Windungen zu liegen kommen, und zieht man diese von der Anzahl sämtlicher Stufen ab, so erhält man die Anzahl der geraden Stufen, welche auf die Arme der Treppe verteilt werden. Ist z. B. die Treppe 120 cm breit, so hat der Viertelkreis eine Länge von $120 \cdot 0{,}785 = 94{,}2$ cm. Nimmt man den Auftritt zu 28 cm an, so haben in dem Bogen $\frac{94{,}2}{28} = 3\,{}^{5}/_{14}$ Stufen Raum. Erhält die Treppe 19 Stufen, so kommen auf jeden Treppenarm $\frac{19 - 3\,{}^{5}/_{14}}{2} = 7\,{}^{23}/_{28}$ Stufen oder 7 ganze Stufen + 23 cm.

d) In einer quadratischen Grundfläche sollen 16 Wendelstufen angeordnet werden, jede in dem Teilriß 28 cm breit. Es soll die Größe des Treppenhauses gefunden werden. Der Umfang der kreisförmigen Mittellinie ist $16 \cdot 28 = 448$ cm, mithin der Durchmesser $\frac{448}{3{,}14} = 142{,}6$ cm. Das Treppenlicht habe 48 cm Durchmesser, dann ist die Breite der Treppe $142{,}6 - 48 = 94{,}6$ cm und folglich die Seite des quadratischen Treppenhauses $2 \cdot 94{,}6 + 48 = 237{,}2$ cm.

Es ist durch die vorstehenden Beispiele gezeigt, wie bei der Berechnung einer Treppe zu verfahren ist, und es wird nicht schwer halten, bei jeder anderen Form die nötige Berechnung aufstellen zu können.

§ 124. Einarmige Treppe mit Einzelheiten. (Taf. 25.)

Fig. 445 Grundriß der Treppe.

Fig. 446 Ansicht und Durchschnitt der Treppe nach der Länge des Grundrisses.

Fig. 447 Querschnitt des Treppenlaufes.

Fig. 448 Zureißung der Wange.

Fig. 449 Ansicht des Geländerpfostens, Auftrittsstufe, Wange und einer Traille in $^{1}/_{10}$ natürlicher Größe.

Fig. 450 Durchschnitt der Stufen
Fig. 451 „ „ Treppenwangen
Fig. 452 „ des Geländerhandgriffes
} in $^{1}/_{2}$ natürlicher Größe.

Fig. 453 Befestigung der Handlehne an der Seitenmauer.

Fig. 454 und 455 Handlehne an der Seitenmauer mit Zinkguß.

Fig. 456 Längsflachschiene für diese Handlehne.

§ 125. Einarmige aufgesattelte Treppe mit Einzelheiten. (Taf. 26.)

Fig. 457 Grundriß der Treppe.

Fig. 458 Ansicht und Durchschnitt der Treppe nach der Länge des Grundrisses.

Fig. 459 Querdurchschnitt des Treppenlaufes mit der Vorderansicht der Stufen.

Fig. 460 Ansicht eines Teiles der ausgeschnittenen Treppenwange.

Fig. 461 Profilierung der unteren Kanten an den Wangen

Fig. 462 Ansicht, wie das Hirnholz der Treppenwange durch Profilleisten verdeckt werden kann

Fig. 463 Durchschnitt des Geländerhandgriffes

Fig. 464 Durchschnitt der Scheuerleisten

Fig. 465 Durchschnitt der Tritt- und Setzstufen

} in $^1/_2$ natürlicher Größe.

Fig. 466 Ansicht einer aufgesattelten Treppe in eleganter Ausstattung. Der große Treppengeländer-Pfosten soll als Kandelaber zur Erleuchtung der Treppenarme dienen.

Fig. 467 Durchschnitt des Geländerhandgriffes in $^1/_2$ natürlicher Größe.

§ 126. Zweiarmige Treppe mit eingeschobenen Tritt- und Setzstufen. (Taf. 27.)

Die raumsparendste Anordnung einer Treppe, und die daher auch am meisten zur Anwendung kommende, ist die auf Taf. 27 dargestellte.

Fig. 468 Grundriß der Treppe im Erdgeschoß.

Fig. 469 Ansicht und Durchschnitt der Treppe nach der Länge des Grundrisses.

Zur Antrittsstufe der Treppe im Erdgeschoß, Fig. 469, ist eine volle sogenannte Blockstufe genommen, auf welche sich die Wangen mit einer Klaue aufsetzen, und auf welche auch der Treppenpfosten gestellt ist. Die Stufen sind in die Wangen eingelocht, ihre unteren Seiten sind behobelt und gekehlt. Das Podest besteht aus zwei Podestriegeln, die ihr Auflager in den Mauern finden, und in welche drei Querriegel verzapft sind. Die Ausbildung der Podeste ist ohne Erklärung klar. Immerhin geht, wenn man die Treppenpfosten zwischen die Treppenwangen stellt, noch Raum verloren, dieser wird gespart, wenn man die Treppenwangen in die Geländerpfosten einlocht wie Fig. 470 und 471 darstellt.

In Fig. 471 ist außerdem die im § 121 besprochene Verschalung, Berohrung und Verputz der Treppenuntersichten zur Verminderung der Feuergefährlichkeit gezeigt. — Der Treppenpfosten wird auf den Podestbalken überblattet und durch Schraubenbolzen mit letzterem verbunden.

§ 127. Zweiarmige Treppe mit aufgestellten Stufen. (Taf. 28.)

Der Abschluß von dem Eingang ist bei dieser Treppe durch eine Glasthür hergestellt, um die Unannehmlichkeit des Luftzuges abzuwenden.

Fig. 472 Grundriß der Treppe im Erdgeschoß.

Fig. 473 Ansicht und Durchschnitt der Treppe nach der Länge des Grundrisses.

Außen auf der Wangenfläche sind unter den Trittstufen trapezförmige Füllungen durch Profilleisten hergestellt.

Die Treppenarme liegen dicht nebeneinander und es ist daher der Geländerhandgriff des unteren Treppenarmes links, der obere rechts an den Treppenpfosten befestigt, wodurch der erforderliche Zwischenraum beschafft wird.

Fig. 474 Befestigung der Treppenwangen an dem Podestbalken.

Fig. 475 Ansicht und Schnitt durch die Treppenwange.

Fig. 476 Darstellung eines Treppengeländers, um möglichst enge Traillenteilung zu erzielen.

§ 128. Treppe mit Wendelstufen. (Taf. 29.)

Diese Treppe mit Wendelstufen dargestellt, kommt in besseren Wohngebäuden, wo der Raum sehr beschränkt ist, öfter vor. — In den Treppenpfosten im Eck, welcher ab- und ausgerundet ist, sind die Wangenstücke verzapft.

Fig. 477 Grundriß der Treppe. Fig. 477 A Querschnitt.

Fig. 478 Ansicht der Treppe.

Fig. 479 Querdurchschnitt des Grundrisses.

Fig. 480 Ansicht des oberen Teiles des unteren Geländerpfostens mit dem Handgriff. Der Pfosten ist unten, wo die Wange anstößt, achteckig, der übrige Teil rund. —

§ 129. Treppe mit Eckpodesten.

Eine sehr häufig vorkommende Treppenanordnung ist ferner in *Fig. 481 bis 484*, Taf. 29, gezeichnet.

Die Krümmung a b wird so groß genommen, daß etwa 4 Trittstufen, das Podest mitgerechnet, auf denselben treffen.

Die Vorderkanten dieser Trittstufen sind wieder so geschweift, daß sie den Krümmling normal treffen.

Der Umfang des Krümmlings wird in acht gleiche Teile geteilt und die Vorderkanten der Stufen laufen nach den Punkten 1, 3, 5, 7, wodurch ein Uebergang vermittelt wird, welcher der Wange ein besseres Ansehen gewährt, als wenn der gewöhnliche Auftritt plötzlich in den viel kleineren der geschweiften Stufe überspränge.

Die Fugen zwischen den geraden Wangenstücken und dem Krümmling sind lotrecht und die Verbindung geschieht durch Versatzung und einen Doppelzapfen.

Außerdem zieht man noch einen Schraubenbolzen durch beide Wangenteile, dessen versenkter Kopf in eine auf die Unterfläche der Wange eingelassene eiserne Schiene greift und dessen Schraubenmutter in die Oberfläche der Wange ganz eingelassen und mit Langholz verspundet wird. Das Podest wird auf folgende Art gebildet:

In der Richtung der Diagonale des Podestes legt man einen Hauptriegel A, der mit Versatzung in den Krümmling verzapft wird.

In diesen werden dann die Querriegel B und C mit Brustzapfen eingelegt und in diese wieder die Nebenriegel D und E auf dieselbe Weise befestigt.

Auf diesen Riegeln liegt der Podestbelag.

Wie man die Gestalt des Krümmlings und die zur Darstellung desselben nötigen Schablonen findet, werden wir im folgenden Paragraph, wo von der Konstruktion der gewundenen Treppen die Rede ist, kennen lernen.

§ 130. Die gewundenen Treppen.

Bilden eine oder beide Wangen im Grundriß nirgends eine gerade Linie, so heißt die Treppe eine gewundene.

Nach den krummen Linien, welche die Wangen im Grundriß bilden, hat man kreisförmige, elliptische und schneckenförmige Treppen.

Obgleich die gewundenen, freitragenden Treppen wegen ihrer künstlichen Form und ihrer geringen Festigkeit zu vermeiden sind, so muß man doch zugestehen, daß bei unregelmäßigen Grundrissen und beengten Treppenräumen sehr oft gewundene Treppen angeordnet werden müssen, weil eine gerade Treppe sich nicht so gut in einen unregelmäßigen Raum legen läßt.

Die Konstruktion der gewundenen Treppe ist im allgemeinen der einer geraden Treppe ähnlich, und es kommt eigentlich nur die Auffindung der Form der einzelnen Wangenstücke (Krümmlinge) hinzu.

Ob die Treppe kreisförmig, elliptisch oder nach einer anderen krummen Linie gekrümmt ist, ändert, wie wir sehen werden, das Verfahren wesentlich nicht, nur wird die Arbeit weniger einfach.

Bei dem Bau einer gewundenen Treppe können wir folgende verschiedene Arbeiten unterscheiden:

a) Berechnung der Treppe;
b) Herstellung des Grundrisses (Grundschlages) auf einem horizontalen gehobelten Fußboden;
c) Herstellung der erforderlichen Schablonen für den Krümmling;
d) praktisches Verfahren, wie aus dem Holzblock der Krümmling herzustellen ist;
e) die Zusammensetzung der Krümmlinge und die Verbindung der Wange unten mit der Blockstufe und oben mit dem Wechsel;
f) das Richten der Treppe.

a) Berechnung der Treppe.

Bei der Berechnung der Treppe können wir zwei Fälle unterscheiden:

1. Die zu ersteigende Höhe und die Größe des Raumes, welchen die Treppe im Grundriß einnehmen soll, ist gegeben; hieraus soll bestimmt werden die Steigung der Treppe, die Größe des Auftrittes und die Anzahl der Stufen.
2. Die Steigung und die zu ersteigende Höhe ist gegeben; es soll danach bestimmt werden die Größe des Auftrittes, die Anzahl der Stufen und die Ausdehnung der Treppe im Grundriß.

Für jeden Fall wollen wir jetzt ein Beispiel erklären und auflösen.

Eine Treppe von 1,25 m lichter Weite mit 8 cm starken Wangen bilde im Grundriß einen Halbkreis. Die zu ersteigende Höhe sei 3,75 m. Fig 485, Taf. 30.

Wir nehmen das Verhältnis 18 zu 26 an, alsdann haben wir $\frac{3{,}75}{18} = 21$ Stufen nötig, deren Steigung jetzt $\frac{3{,}75}{21} = 17{,}86$ cm genau beträgt. Zu 21 Steigungen gehören 20 Auftritte und läßt man die unterste Stufe als Blockstufe vortreten, so bleiben 19 Stufen für den *Halbkreis übrig.* Hierzu ist eine Länge von $26 \cdot 19 = 494$ cm

nötig; der Radius des Halbkreises ergibt sich aus der Gleichung

$$\pi r = 494 \text{ oder}$$

$$r = \frac{494}{\pi} = \frac{494}{3{,}14} = 157 \text{ cm}.$$

Vorausgesetzt ist hier, daß die Einteilung der Stufenbreiten auf der Mittellinie der lichten Treppenweite stattfindet. Die Länge des Treppenhauses muß demnach

$$2(0{,}08 + \frac{1{,}25}{2} + 1{,}57) = 4{,}55 \text{ m sein.}$$

2. Eine Treppe von 125 cm Breite bilde im Grundriß eine halbe Ellipse, deren Achsen sich zu einander verhalten wie 2 : 3. Die zu ersteigende Höhe sei 376 cm und die Steigung 17 cm.

Es sollen die Achsen des elliptischen Treppenhauses gefunden werden.

Auflösung. Die Anzahl der Stufen ist $\frac{376}{17} - 1 = 21$.

Die Größe eines Auftrittes ist nach der bekannten Regel 31 cm, also die Länge der Mittellinie, auf welcher die Stufen eingeteilt werden, $21 \cdot 31 = 651$ cm.

Die Mittellinie bildet eine halbe Ellipse; bezeichnet man die große Achse mit x, so ist die kleine Achse $^2/_3$x. Der Umfang der halben Ellipse drückt sich aus durch die Formel:

$$U = 1{,}54 \cdot \sqrt{\frac{x^2 + (^2/_3 x)^2}{2}}; \text{ daher}$$

$$651 = 1{,}54 \cdot \sqrt{\frac{x^2 + {}^4/_9 x^2}{2}}; \text{ hieraus ist}$$

$x = 497$ cm und folglich die halbe kleine Achse $^2/_3 \cdot 497 \cdot {}^1/_2 = 165{,}6$ cm.

Da nun die Treppe 125 cm breit angenommen ist, so folgt, daß die große Achse des Treppenhauses $497 + 125 = 622$ cm und die halbe kleine Achse $165{,}6 + 62{,}5 = 228{,}3$ cm sein muß.

Es ist durch diese beiden Beispiele gezeigt, wie bei der Berechnung einer gewundenen Treppe zu verfahren ist, und es wird nicht schwer halten, bei jeder anderen Form die nötige Berechnung aufstellen zu können.

b) Herstellung des Grundschlages.

Im Grundschlage müssen folgende Linien aufgeschnürt werden:

1. die Begrenzungslinien des Treppenhauses;
2. die Breite der Treppe;

3. die Stärke der Treppenwangen;
4. die Linien, welche angeben, wie tief die Stufen eingelocht werden sollen;
5. die Mittellinie, auf welcher die Stufen eingeteilt werden;
6. die Richtung und Breite der Stufen;
7. die Futterbrettlinien sämtlicher Stufen;
8. der Vorsprung der einzelnen Stufen und
9. die Linie des Treppenwechsels.

In Fig. 485 sind die Grundschläge einer kreisförmigen Treppe dargestellt.

c) Herstellung der erforderlichen Schablonen für den Krümmling.

Es ist zuerst eine schickliche Größe der einzelnen Krümmlinge zu wählen, wobei man bei einer kreisförmigen Treppe alle gleich groß macht, weil dann die für einen Teil gezeichnete Schablone auch für alle übrigen brauchbar ist.

Wir wollen annehmen, das krumme Wangenstück C' B' des Grundrisses, Fig. 485, Taf. 30, das der größeren Deutlichkeit wegen noch einmal, Fig. 487, in größerem Maßstabe gezeichnet ist, sei zu bearbeiten.

Die Breite des Wangenstücks erhält man auf folgende Weise: Man trage auf eine horizontale Linie, Fig. 489, die Größen einiger Auftritte zunächst der Wange 1 2; 2 3; 3 4; ꝛc. In den Punkten 1, 2, 3 . . ., errichte man vorläufig unbegrenzte Lote und trage auf denselben die Steigung der Treppe auf. Bestimmt man den Vorstand der Wange über und unter den Stufen, also etwa 4 cm, und zieht durch diese Punkte gerade Linien Q T und N X, so erhält man die Abwickelung der Wange und die Stufenstirnen. Die Breite K G und der Lotriß x z der Wange ist jetzt gefunden.

Wenn die Auftritte verschiedene Größen haben, wie es bei elliptisch gekrümmten Treppen vorkommen kann, die Steigungen aber alle gleich groß sind, dann wird die Abwickelung (Verstreckung) der Wange von gebrochenen Linien begrenzt, deren Winkel durch passende Bögen abgerundet werden müssen, wenn in der Ausführung nicht unangenehm ins Auge fallende Brüche erscheinen sollen.

Wir wollen jetzt zur Konstruktion der Schablonen übergehen, welche sowohl für die obere als untere Fläche des Wangenstücks gebraucht werden können.

Man entwerfe das Wangenstück im Aufriß, Fig. 488, und ziehe von B *im Aufriß* eine Tangente F R an die schraubenförmige Kante A B C D.

Errichtet man in den Punkten g, m, h, e u. s. w. der Tangente FR senkrechte Linien und macht diese so groß als die bezüglichen Lote des Grundrisses, nämlich g6', m6, h7', e7 ꝛc., dann erhält man durch die Verbindung der auf diese Weise erhaltenen Punkte die sogenannte Verlängerungs-, resp. Verstreckungs-Schablone. Die Punkte werden durch eine biegsame Schiene miteinander verbunden und alsdann das durch diese Linien begrenzte Brett W genau und sauber ausgeschnitten.

In der Figur ist auch die Schablone V für die untere Fläche des Wangenstücks gezeichnet, welche wegen der Verklauung bei A etwas kürzer, sonst aber der oberen Schablone kongruent ist.

[1]) Praktisches Verfahren, wie aus dem Holzblock der Krümmling herzustellen ist.

Es ist leicht ersichtlich, daß das fragliche Wangenstück mit Hilfe der Schablone aus einem vollkantigen Holzblocke gefertigt werden kann.

Das zu dem Krümmling bestimmte Holz muß zur Breite die Abmessung RQ, zur Höhe ES und zur Länge FR erhalten.

An den Holzblock, Fig. 490, passe man die in Fig. 488 dargestellte Verlängerungsschablone dergestalt an, daß die Enden (C) und B scharf an die Kante HJ zu liegen kommen, schreibe nach den Kanten der Schablone die krummen Linien scharf vor und übertrage die auf der Schablone stehen gebliebenen Bleilinien so auf das Holz, wie dies die punktierten Linien zeigen. Nunmehr trage man vermittelst einer Schmiege den Winkel α, Fig. 488, an die Punkte (C) und B der Kante HJ, Fig. 490, und ziehe die Fluchtrisse B B^1 und (C) $(C)^1$ auf das Stück.

Man nehme jetzt die Verlängerungsschablone und halte sie auf der entgegengesetzten Seite des Holzblockes wieder so an, daß $(C)^1$ und B^1 mit (C) und B zusammenfallen, reiße auch auf dieser Seite die Grenzen der Schablone genau vor, ebenso die auf der Schablone vorhandenen auf die Kante $(C)^1$ B^1 senkrecht treffenden Linien, und verbinde die zusammengehörigen punktierten Linien.

Jetzt werden nach den Lotrißlinien Sägeschnitte so tief gemacht, bis sie auf die vorgerissene krumme Linie der Verlängerungsschablone treffen, und wird dann das Holz bis auf die krumme Fläche des Wangenstücks herausgearbeitet. Auf der erhabenen Seite des Wangenstücks ist das Verfahren dasselbe und die Fig. 490 macht die Arbeit vollkommen klar.

Es muß jetzt die Verkantung des krummen Wangenstücks vorgenommen, d. h. die gegenüberliegenden Punkte der äußeren und inneren Wangenkante müssen in eine horizontale gebracht werden. Man nehme einen Winkel, halte denselben, den einen Schenkel nach einem Lotrisse

gerichtet, so über das Wangenstück, wie dies die Fig. 491 zeigt und projiziere die entsprechenden Punkte aus Fig. 488 herüber. Dies thue man bei so vielen Punkten als nötig erscheint.

Jetzt verbinde man die Punkte vermittelst einer biegsamen Schiene. Auch auf der unteren Seite des Wangenstücks wird dieselbe Arbeit vorgenommen, wie die Figuren andeuten, und dann das Wangenstück mit einer Schweifsäge nach diesen Linien verschnitten.

Die Wangenstücke werden nach der Lotschmiege zusammengestoßen und verzapft. Zur größeren Festigkeit zieht man noch einen Schraubenbolzen durch beide Wangenteile und legt unterhalb eine versenkte eiserne Schiene über den Stoß. Die Wange wird wie bei einer geraden Treppe unten auf die Blockstufe und oben auf den Wechsel aufgeklauet.

Soll die Treppe gerichtet werden, so sind zuerst die einzelnen Teile der Treppe herzustellen, und diese wieder aneinander zu passen. Um das Richten zu erleichtern, läßt man die Stöße der inneren und äußeren Wange nicht wechseln, obgleich hierdurch etwas an Festigkeit verloren geht.

Die einzelnen Teile der Treppe werden hergestellt, indem man die Stufen- und Futterbretter an den ihnen zukommenden Stellen in ein Wangenstück einsteckt, alsdann das zweite Wangenstück auflegt und alles fest ineinander treibt. An der Wand werden die erforderlichen Bankstifte zur Unterstützung der Wange angebracht, so daß jeder einzelne Treppenteil gehörig gesichert wird.

In Fig. 492, Taf. 30, ist der Grundriß einer elliptischen Treppe mit aufgesattelten Stufen dargestellt. Die Teilung der Stufen ist auf der Mittellinie angenommen. Wollte man von den Teilungspunkten die Setzstufen nach den betreffenden Mittelpunkten m und n des Korbbogens richten, so würden zwar alle Stufen, die in gleichen Bögen liegen, dieselbe Form erhalten, aber in den kleinen Bögen bedeutend schmäler werden, so daß, da die Steigungen alle gleich groß sind, die Wange unangenehm ins Auge fallende Brüche zeigen würde. Vorteilhafter ist es daher, die Stufenbreite von A nach B und C allmählich abnehmen zu lassen; oder aber auch die Ellipsenlinie der Treppenwange in gleich viele Teile zu teilen und die entsprechenden Punkte zu verbinden. Diese Konstruktion hat den Vorteil, daß auch an der äußeren Treppenwange der Auftritt derselbe ist und nicht wechselt. Die Abwickelung der Wange und die Herstellung der erforderlichen Schablonen geschieht wie bei der kreisförmigen Treppe, so daß wir detaillierte Zeichnungen nicht zu geben brauchen.

In Fig. 493 und 494, Taf. 31, ist noch eine gewundene, *freitragende Treppe mit* zwei ovalen Treppenlichtern gezeichnet. Diese Treppe

unterscheidet sich, was die Ausarbeitung der Wangen anbetrifft, durchaus nicht von der auf Taf. 30 dargestellten kreisförmigen Treppe, weshalb wir auf das über die Konstruktion dieser Treppe bereits Gesagte verweisen können.

§ 131. Treppe mit voller Spindel in quadratförmigem Raume.

Fig. 495, Taf. 31, Grundriß der Treppe.
Fig. 496 Austragung eines Wangenstückes.
Fig. 497 Abwickelung der Treppenspindel.

Nachdem die Verzeichnung des Treppenhauses, der Spindel, des Auftrittes und des Teilrisses geschehen ist, teilt man letzteren in eine volle Anzahl Stufen, wobei man stets zu berücksichtigen hat, daß über jeder Stufe ein freier Raum von mindestens 2 m ist und die Flucht nicht zu steil anlaufe. Die volle Spindel sollte immer einen so großen Durchmesser erhalten, daß der Auftritt jeder Stufe, an der Peripherie der Spindel, wenigstens noch 6 cm (ohne Vorsprung) groß wird, so daß die Anzahl der in einer Windung liegenden Stufen den Durchmesser bestimmt. Fig. 495 liegen in einer Windung 16 Stufen, folglich ist der Durchmesser der Spindel $\frac{16 \cdot 6}{3{,}14} = \text{rd } 30$ cm. Um an der vollen Spindel die Nuten für die Stufen darzustellen, teilt man den Umfang in so viele gleiche Teile, als Auftritte in einem Umlaufe liegen sollen und zieht durch die Teilpunkte Parallelen mit der Achse der Spindel. Auf einer dieser Linien trage man die Steigung soviel mal auf, als Stufen in einer Wendung liegen und ziehe von den Teilpunkten parallele Linien bis zu den bezüglichen Mantellinien der Spindel, so erhält man die Eckpunkte der Stufen, Fig. 497. Die auf der Spindel gezogenen Mantellinien gelten für die Vorderflächen der Setzstufen. Die Spindel wird unten in den Fußboden und oben in einen Balken eingezapft.

Um das Wangenstück, Fig. 496, zu projizieren, errichtet man vom Grundriß aus in jedem Punkte, wo die Stufenlinien auf die Wange stoßen, Senkrechte, zieht in beliebigem Abstande die obere Linie des Auftrittes parallel mit der Seitenlinie des Grundrisses, trägt unterhalb und oberhalb die Steigungen auf, setzt unterhalb die Holzstärke an und zieht die Auftritte, sowie auch aus dem Grundrisse die Setzstufen in dem Aufrisse. Sodann setze man über jeden Vorsprung der Auftritte das Maß für die Breite des vollen Holzes oberhalb und von den Ecken der Setzstufen unterhalb ab und ziehe durch diese Punkte die Kurven der inneren Wangenlinien. Damit man auch die äußeren Kanten im Vor-

risse erhalte, ziehe man die Linien der Auftritte im Grundrisse bis an die äußeren Wangenlinien, aus den erhaltenen Durchschnittspunkten Senkrechte und schneide diese durch kurze Horizontale aus den Durchschnittspunkten auf der inneren Wangenlinie des Aufrisses.

Fig. 498 stellt dieselbe Treppe mit kreisrunden äußeren Wangen im Grundriß dar. Die Auffindung der Krümmlinge geschieht genau nach den Angaben zu Taf. 30.

Neuntes Kapitel.

Die Thüren und Fenster.

§ 132. Die Thüren.

Oeffnungen zum Durchgehen von Menschen erhalten mindestens eine Breite von 0,8 bei einer Höhe von 2 m; die gewöhnlichen Abmessungen einflügeliger Zimmerthüren sind 1 bis 1,1 m Breite bei 2,2 bis 2,3 m Höhe. Doppelte Flügelthüren erhalten eine Breite von 1,6 bis 1,8 m. Bei doppelten Flügelthüren mit einer Breite von 1,20 m ist eine ungleiche Breite der Flügel, der bequemeren Passage wegen, meist vorzuziehen, man macht den einen meist aufgehenden Flügel 70 cm, den anderen 50 cm breit. Bei Thüren in Räumen für größere Gesellschaften geht man wohl bis zu einer Breite von 2 bis 2,3 m.

Einflügelige Hausthüren pflegt man 1,25 m breit, zweiflügelige mindestens 1,6 m breit zu machen, bei einer Höhe der Flügel von mindestens 2,4 m. Thore für gewöhnliche Kutschwagen erhalten eine Breite von 2,3 m; Thore für beladene Wagen sind in den Abmessungen dem Beladungsprofil anzupassen; für Scheunen erhalten dieselben eine Breite von 3 bis 4 m.

In nachstehendem wollen wir die verschiedenen Thürbildungen besprechen.

1. Die Lattenthüren stellt man her aus lotrechten Latten (meist 3 cm stark bei 5 cm Breite), rostartig geordnet, in Abständen bis zu 5 cm, durch Querlatten (Spangen) in Entfernungen von nicht über 1 m voneinander angebracht, zusammengehalten und mit diesen vernagelt; auch gegen Verschiebung durch Schräg- und Kreuzleisten, *welche in den* Querstangen versetzt werden, gesichert. Sind die verwendeten

Latten beiderseitig nicht gehobelt, so haben sie meist eine Stärke von 4/6 cm.

2. Bretterthüren aus 4 cm starken Brettern, rauh oder gehobelt, stumpf aneinander gesetzt oder gespundet, mit aufgenagelten Querspangen und einer oder zwei Schrägspangen gegen Verschiebung, oder mit auf den Grat eingeschobenen Spangen. Die Spangen sind gewöhnlich von 10 bis 12 cm Breite und erhalten gleiche Dicken wie die Thürbretter.

Die Thürbänder müssen an den Spangen befestigt werden. Fig. 499, Taf. 32, zeigt eine solche Thür mit den nötigen Durchschnitten.

Wird die Thür zweiflügelig, so werden beide Flügel auf die eben beschriebene Weise angefertigt, Fig. 501, Taf. 32, nur kommt dann gewöhnlich noch eine horizontale Schlagleiste oder ein Thürschwengel a hinzu, und ein Vorlegeschloß bewirkt den Verschluß.

Werden solche zweiflügelige Thüren sehr groß, so nennt man sie Thore oder Thorwege. Diese erhalten statt der aufgenagelten Quer- und Strebeleisten ein Gerippe aus kantig beschlagenen Hölzern, Fig. 502, Taf. 32. Das Thorgerippe besteht aus den Wendesäulen a, den Schlagsäulen b, dem Oberriegel c, dem Unter- oder Schwellriegel d, dem Strebebande e und dem Mittelriegel f.

3. Verdoppelte Bretterthüren werden aus zwei Brettdicken zusammengenagelt. Man läßt die Bretter der einen Seite vertikal, die der anderen Seite horizontal laufen und nagelt sie aufeinander. Oefter werden auch die Brettstücke in schiefer Richtung aufeinander genagelt. In Fig. 500, Taf. 32, ist eine solche Thür aus vertikalen und horizontalen Brettern dargestellt, die noch mit einer Einrahmung (Fries) eingefaßt ist. Solche Doppelthüren sind sehr dauerhaft. Das Schwinden macht sie nicht undicht, ist überhaupt fast einflußlos. Sie werden häufig als Stallthüren ꝛc. verwendet, und man läßt sie dann in Falze der steinernen oder hölzernen Thürgestelle schlagen.

4. Gestemmte Thüren mit Futter und Bekleidung.

Bei Zimmerthüren findet man ausschließlich die gestemmten Füllungsthüren angewendet. Diese bestehen aus den Füllungen, den äußeren senkrechten Rahmen, den Querrahmen und den senkrechten und horizontalen Zwischenrahmhölzern, durch das Rahmenwerk zerlegt man die ganze Thürfläche in kleine Abteilungen. Nach der Anzahl der Füllungen werden die Thüren benannt; so stellt z. B. Fig. 503, Taf. 32, eine Dreifüllungsthüre, Fig. 504 eine Vierfüllungsthüre, Fig. 505 eine Sechsfüllungsthüre und Fig. 506 eine Achtfüllungsthüre vor.

Außer den obengenannten Teilen wird am Fußende des Flügels meiſtens noch ein Sockel a, Fig. 506, Taf. 32, angebracht, welcher etwa 1 bis 2 cm auf jeder Seite vorſtehend gemacht wird.

Die Füllungen werden loſe mittels angeſtoßenen Federn in entſprechende Nuten der Rahmſtücke eingeſetzt. Die Nuten müſſen ſo tief geſtoßen werden, daß die Füllungen nicht anſtoßen, vielmehr hinlänglichen Raum zum „Wachſen“ finden; nimmt man hierauf keine Rückſicht, ſo treiben die Füllungen beim Anquellen das Rahmwerk auseinander.

Fig. 507, Taf. 32, zeigt die Anſicht einer einflügeligen einfachen Zimmerthür mit fünf Füllungen; Fig. 508 gibt den horizontalen, Fig. 509 den vertikalen Durchſchnitt. Die obere Füllung nimmt die ganze Thürbreite ein und enthält in einer Holzfüllung 3 Glasſcheiben aus gemuſtertem Glaſe. Die Rahmhölzer ſind 4 cm, die Füllungen $2^1/_2$ cm ſtark.

Die Kanten der Rahmhölzer ſind nach Fig. 510, Taf. 32, auf beiden Seiten einfach gekehlt. Bei Fig. 511 erhalten die einfachen Kehlungen noch aufgeleimte Leiſten a a. Für große reiche innere Thüren empfiehlt ſich der aufgeleimte Kehlſtoß mit eingeſchobenen Füllungen (Fig. 512), während bei den der Feuchtigkeit ausgeſetzten Thüren ausſchließlich der übergeſchobene Kehlſtoß zur Verwendung gelangen darf (Fig. 513, Taf. 32).

Das Thürfutter begrenzt die Thür ſeitlich und oberhalb und ſtößt unterhalb gegen das eichene Schwellbrett a, Fig. 509, das mit einem Falze für den Thüranſchlag verſehen iſt. Den weiteren Abſchluß an der Wand bildet die Thürverkleidung, welche gleichzeitig als Umrahmung der ganzen Thüröffnung dient; dieſelbe ſitzt ringsherum unmittelbar am Futter (Fig. 508), Taf. 32). Die Thür ſelbſt ſchlägt entweder in eine Ausfälzung des Futters (Fig. 514), oder ſie erhält ringsum eine Einfälzung, welche auf einen Falz paßt, den Bekleidung und Futter miteinander bilden (Fig. 515).

Fig. 516 bis 518, Taf. 32, zeigen eine einflügelige Dreifüllungsthür; ſie iſt nur 0,80 m breit und 2 m hoch. Dieſe Thür iſt hauptſächlich für untergeordnete Räume, Speiſekammern ꝛc. anwendbar. Das Thürfutter iſt hierbei glatt angenommen.

Auf Taf. 33 iſt eine zweiflügelige Zimmerthür von 1,40 m lichter Breite und 2,60 m lichter Höhe zwiſchen dem Futter gemeſſen, dar-
geſtellt. Es ſtellen Fig. 519 die Anſicht, Fig. 521 den Grundriß, Fig. 520

den senkrechten Durchschnitt in $^1/_{20}$ natürlicher Größe, sowie auch Fig. 521 den horizontalen Durchschnitt durch die Kreuzholzzange mit Futter und Bekleidungen dar.

Nimmt man auf die Thüre oberhalb der Bekleidung ein Gesims an, so verhält sich im allgemeinen die Höhe der Verkleidung (Architravierung) zu derjenigen des Frieses und der Verdachung, wie 1 : 1 : 1. Doch kann man keine bestimmten Anhalte dafür geben und muß dem Studium der Formenlehre überlassen bleiben. Die beiden Thürflügel stoßen in einem schrägen Falz zusammen (Fig. 522). Der Stoß wird durch die beiden Anschlagleisten a a, welche 2 bis $3^1/_2$ cm über die Fuge weggreifen, verdeckt. Die Fuge selbst muß $1^1/_2$ bis 2 mm breit sein, damit sich die Rahmstücke ungehindert ausdehnen können.

Die Verbindung der Thürflügel mit der Zarge geschieht mittels Fischbändern. Die Befestigung des Fischbandes wird derartig bewirkt, daß der untere Eisenlappen in den Falz der Thürzarge angelassen und mit Holzschrauben gehalten wird, und der obere in die Thüre eingelassen wird. Jeder Thürflügel erhält mindestens zwei Fischbänder. Die Fischbänder oder auch Fitschen genannt, können naturgemäß nur bei überfalzten Thüren verwendet werden, vergl. Fig. 515, Taf. 32. Bei Thüren, welche in einen Falz bündig mit der Bekleidung schlagen, werden sogenannte Aufsatzbänder genommen, von denen der eine Lappen auf das Futter, der andere Lappen auf die Thürkante eingelassen und verschraubt wird, vergl. Fig. 510, und entsprechende, an diesen Stellen wird dann der Rundstab der Bekleidung ausgeschnitten. Zu den Figuren 519 bis 521 sind noch folgende Einzelheiten dargestellt.

Fig. 523 gibt im Maßstab 1 : 5 einen Schnitt durch Futter, Bekleidung und Thür, hier ist auch gezeigt, wie sich die Bekleidung am zweckmäßigsten auf den Putz setzt. Es ist diese Anordnung der Bekleidung die einzig dauerhafte.

Fig. 524 gibt einen Höhendurchschnitt im selben Maßstabe, in dieser Figur wird auch die Verglasung der oberen Füllung zur Anschauung gebracht.

Die Glasthüren werden konstruiert, entweder um dem Licht Eingang zu verschaffen, oder um Durchsicht zu gewinnen, oder man beabsichtigt beide Zwecke mit demselben zu erreichen.

Dabei wird der untere Teil der Thüre gewöhnlich auf eine Höhe von 1 bis 1,2 m mit Füllungen ausgeführt, während der obere Teil mit einem Sprossenwerk versehen wird, welches verglast wird.

In einem bequem eingerichteten Hause dürfen die Glasabschlüsse zwischen Vorplatz und Korridor der einzelnen Geschosse nicht fehlen.

Die Fig. 525 bis 529, Tafel 33, zeigen eine ziemlich reich verzierte Glasthüre, welche zugleich eine Hausthüre und aus Eichenholz hergestellt ist. Die Glasfüllungen sind ziemlich eng gehalten und in Wirklichkeit vergittert.

Fig. 525 die Ansicht der Thüre,

Fig. 526 der Querdurchschnitt und Grundriß und

Fig. 527 der Höhendurchschnitt derselben.

Die Figuren bedürfen einer Erläuterung nicht. Die Thür schlägt in einen eichenen Blendrahmen, welcher mit der Sandsteineinfassung durch besondere Steinschrauben verbunden ist. Es geben ferner noch Fig. 528 den Höhendurchschnitt im Maßstabe 1 : 5 und

Fig. 529 einen halben Grundriß der Thür.

Die Schiebethüren unterscheiden sich in Bezug auf ihre Konstruktion nicht von den Flügelthüren, sondern nur in der Art der Bewegung und der dadurch bedingten Beschlagteile.

In Fig. 530 bis 537, Taf. 34, ist eine zweiteilige Schiebethüre gezeichnet von 1,80 m lichter Breite und 3,20 m lichter Höhe.

Zur Verbindung innerer Räume, insbesondere Gesellschaftsräume, eignen sich die Schiebethüren sehr gut, namentlich wenn dieselben in schlitzartige Oeffnungen innerhalb der Mauer geschoben werden, wodurch die Wandflächen bis zu den Thüren benutzt und auch die bei eleganteren Zimmern unvermeidlichen Portieren nicht leicht beschädigt werden können.

Die Bewegung der Schiebethüren ist am bequemsten eine seitliche, und um einen möglichst dichten Schluß zwischen Thüre und Mauer zu erhalten, dürfen keine Leisten, Gesimse ꝛc. über die Dicke der Rahmen vortreten. Die Thüre kann selbstredend eine „volle“ oder Glasthüre sein, welche letztere in Fig. 530, Taf. 34, dargestellt ist. Die Schiebethüre wird entweder in einer Nute, „Schiebefalze“, bewegt, welche am Boden angebracht ist und in welche die Feder der Schiebethüre eingreift, oder die Bewegung findet weniger schwerfällig auf Rollen statt, die entweder unterhalb oder besser oberhalb der Thüre angelegt werden, wodurch dieselbe als eine aufgehängte erscheint und mit geringer Anstrengung verschoben werden kann. Die Rollen bestehen aus Eisen oder Messing, seltener aus Holz, und bewegen sich bekanntlich um so leichter, je größer ihre Durchmesser sind. Bei unserer Konstruktion, Taf. 34, ist die Doppelthüre mit vier Messingrollen versehen, welche *mittels* der Bügel n, Fig. 533 und 536, so angebracht sind, daß ihre

Schwerpunkte und der der Thüre in einer vertikalen Ebene liegen. Die Rollen, an welchen nun das ganze Gewicht der Thüre hängt, bewegen sich auf der Laufschiene o, welche stellenweise eine seitliche Befestigung mittels Winkel an dem Unterlagholz p erhält. Während die eine Hälfte des gestemmten Thürfutters, Fig. 533, fest befestigt wird, ist die andere Hälfte q mittels Scharnierband an die Bekleidung anzuschlagen, damit sie bei etwa nötig werdender Reparatur aufwärts geklappt werden kann.

Am unteren Ende der Thüre wird die „Führung", so weit die Thüröffnung reicht, bei feineren Böden, ohne hervortretende Schwelle, ja selbst ohne irgend welche Vertiefung in den Boden, weggelassen und nur innerhalb des Wandschlitzes angebracht. Die Führung selbst kann aus einer ⊤ Schiene oder Winkelschiene gebildet werden, deren Steg nach oben vorsteht und in einen Falz der Thüre eingreift. Dabei läßt man die Nute an der Thüre so tief ausstoßen, daß dieselbe nicht auf der Schiene aufsitzt, sondern sich nur die Backen der Nute an der Schiene reiben. Ein in das Holz eingelassener Riegel „Kantenriegel" verhindert das Hin- und Herfedern der geschlossenen Thüren. Eine andere Art der Führung besteht in der Herstellung eines Schlitzes, Fig. 537, Taf. 34, welcher mit Eisenblech ausgefüttert wird, und in welchem eine an der Thüre eingesetzte eiserne Feder läuft. Der Schlitz muß gehörig tief gemacht werden, damit er nicht zu schnell durch Staub ꝛc. verstopft wird.

Damit die beiden Thürhälften nur auf ein bestimmtes Maß und nicht ganz aus den Mauerspalten herausgezogen werden können, sind an den Rahmen Leisten aufgeschraubt, Fig. 531 und Fig. 532, Taf. 34, welche beim Schließen der Thüröffnung sich an das Thürfutter anstemmen und ein vollständiges Herausziehen der Thüre aus dem Mauerschlitz verhindern. Ebenso kann man mittels Haken dem in die Höheheben der geschlossenen Thüren entgegenwirken.

Fig. 535, Taf. 34, zeigt den Querschnitt der eichenen Sprossen der Glasthüre. In Fig. 537 ist dargestellt, wie sich der obere Thürrahmen in den vertikalen Rahmen einlegt. Dieser bekommt ein Zapfenloch von etwa $^1/_3$ der Rahmstärke für den Zapfen des oberen Thürrahmens; derselbe wird dann verkeilt und verleimt.

§ 133. Die Fenster.

In Wohngebäuden pflegt man die Fensteröffnungen über einer Brüstungshöhe von 0,8 bis 0,9 m — je nach der Wanddicke ꝛc. — an-

zulegen; in Stallungen so hoch, daß das Vieh unterhalb der Oeffnungen seinen Platz findet, 1,7 bis 2,2 m hoch. — Die gebräuchlichsten Breiten der Fensteröffnungen für Wohngebäude sind 0,95 bis 1,25 m, die gebräuchlichsten Höhen 1,9 bis 2,5 m. Das mittlere Verhältnis der Breite zur Höhe ist hier 1 : 2.

Gewöhnlich sind die Fenster in vier Flügel geteilt; es kommen jedoch auch ein-, zwei- und dreiflügelige Fenster vor. Die beweglichen Teile des Fensters (Flügel) dürfen nicht unmittelbar gegen die steinernen oder hölzernen Fenstergestelle lehnen, sondern es sind sogenannte Futterrahmen (Fensterkreuze) fest mit dem Fenstergestelle durch eiserne Klammern, Schrauben ꝛc. zu verbinden und gut zu verkitten, an welchen dann die beweglichen Flügel angebracht werden.

Die Fenster werden entweder mit stehenden Pfosten versehen, gegen welche die Flügel anschlagen, oder man läßt diese Pfosten weg und die Flügel schlagen unmittelbar zusammen. Feststehende Pfosten haben allerdings den Vorteil, daß sie den Flügeln in der Mitte einen guten Anschlag geben und daß der Beschlag zur Befestigung der Flügel sehr einfach sein kann; sie haben aber den Nachteil, daß bei geöffneten Flügeln die ganze Fensteröffnung nicht frei ist, sondern durch die Pfosten gesperrt wird. — An den oberen Flügeln hindern feststehende Pfosten nicht, weshalb sich die Einrichtung empfiehlt, bei den unteren Flügeln keine stehenden Pfosten, dagegen aber deren oben anzubringen.

Die gewöhnliche Stellung der Fenster ist $^1/_2$ Stein hinter der Fassadefront. — Das beste Material für Fensterrahmen ist Eichenholz. Wo dasselbe schwer zu haben ist, kann man auch harzreiches Kiefernholz mit Vorteil verwenden. Das Holz muß geradfaserig und ohne Aeste sein. Mit großem Vorteil verwendet man jetzt auch das amerikanische Pitch-pine-Holz.

Die Stärke der Rahmhölzer hängt von der Größe der Fenster ab. Für gewöhnliche Fenster von 1 bis 1,2 m lichter Weite verwendet man 5 cm starkes Holz. Die Breite der Flügelrahmhölzer hängt ebenfalls von der Größe der Fenster ab. Gewöhnlich nimmt man für die Flügel von Fenstern, welche 1 bis 1,2 m breit und 2 bis 2,4 m hoch sind, eine Rahmholzbreite von 6 bis 7 cm an.

Ein einfaches dreiflügeliges Fenster ist in Fig. 538 bis 543, Taf. 34, dargestellt.

Fig. 538 zeigt die äußere Ansicht, Fig. 539 den Grundriß und Fig. 540 den senkrechten Durchschnitt des Fensters in $^1/_{20}$ der natür-

lichen Größe; die Einzelheiten sind in $^1/_5$ der wirklichen Größe dargestellt. Das mitgeteilte Fenster ist für ein öffentliches Gebäude bestimmt und hat demzufolge ziemliche Dimensionen; es ist 1,40 m breit und 2,80 m hoch.

Der Futterrahmen a geht in einer Stärke von 5 cm und 14 cm Breite rund herum und trägt ein Losholz b; er ist mittels Steinschrauben an das Fenstergewände befestigt. Sein unteres Querstück hat nach außen eine Abwässerung, nach innen eine Nut für das eichene Fensterbrett. — Das Losholz steckt mittels durchgehender Zapfen in den beiden Seitenrahmhölzern. Die Rahmstücke der Flügel c c werden an ihren Enden so miteinander verzapft und vernagelt, daß die aufrechten Stücke die Schlitze und die horizontalen Hölzer die Zapfen enthalten. — An den Ecken werden in die Rahmhölzer eiserne Winkelbänder eingelassen und verschraubt. — Die Sprossen werden auch mittels Zapfen in die Seitenrahmhölzer eingelassen und vernagelt. Der untere Schenkel jeden Flügels (Wasserschenkel) erhält eine Form wie die unter d, Fig. 542 und 543, dargestellte und hat die Aufgabe, das von außen auf das Fenster anschlagende und herabfließende Regenwasser abzuweisen.

Der Verschluß der Fenster wird durch Anwürfe, Riegel, Vorreiber oder Espagnoletts hergestellt. — Die ersteren dieser Verschlußweisen kommen in neuerer Zeit seltener vor. — Die Vorreiber fordern Schließbleche, auf welchen, als schiefen Ebenen, diese sich bewegen und damit ein Anziehen des Fensters ermöglichen. — Sie kommen hauptsächlich für einflügelige Fenster und für Fenster mit stehenden Pfosten zur Verwendung.

Die Baskülеverschlüsse sind Riegelverschlüsse mit langen Ziehstangen, welche durch Drehung einer Scheibe, mit deren Umfang sie verbunden sind, oder eines Getriebes auf und ab bewegt werden. Dieselben pflegen in die Rahmstücke eingelassen zu werden. — Die Espagnolettverschlüsse sind Stangen, welche um ihre Achse gedreht werden und mit Haken an ihren Enden hinter feste Zapfen fassen, um hierdurch das Anziehen und Festhalten der Rähme zu bewirken.

Fig. 540, Taf. 34, ist auch ein Vertikaldurchschnitt durch das Fensterbrett dargestellt; das Schwitzwasser sammelt sich in einer im Fensterbrett eingearbeiteten Rinne, von welcher aus es durch ein Bleiröhrchen e in einen Wasserkasten fließt, welcher aus Zinkblech hergestellt und unter der Mitte des Fensterbrettes angebracht ist. Im Uebrigen wird alles durch die gegebenen Einzelheiten klar sein.

Es stellt dar Fig. 541 einen horizontalen Schnitt durch einen unteren Fensterflügel.

Fig. 542 einen Vertikalschnitt durch den halbkreisförmigen Oberflügel nebst Losholz und Fig. 543 einen Schnitt durch den unteren Teil des Fensters.

Wie die Fenstersohlbank h in Fig. 543 einen Ansatz zum Abhalten des Regenwassers hat, so auch das Losholz b in Fig. 542. Diese Anordnung ist für einen wünschenswerten dichten Schluß des Fensters besonders zu beachten!

Doppelfenster. Das einfache Fenster hat den Mißstand, daß es keinen vollkommenen Verschluß gegen Regen und Luft bietet und außerdem das Geräusch, welches auf einer lebhaften Straße entsteht, von den in der Nähe befindlichen Zimmern nicht fern hält oder wenigstens dämpft.

Diesen Uebelständen begegnet man durch eine abgeschlossene stillstehende Luftschicht, die als schlechter Wärmeleiter bekannt ist und die außerdem den Schall dämpft, weil er durch verschiedene dichte Mittel sich fortpflanzt. Man bringt nämlich in Abständen von 7 bis 16 cm voneinander zwei Fenster an. Das äußere Fenster hat den ersten Angriff des Wetters abzuhalten; es wird, wie jedes einfache Fenster, gegen das Eindringen von Regenwasser nicht ganz dicht gemacht werden können. Dagegen kann das innere Fenster einen recht sorgfältigen Verschluß bilden.

Bei Wohnhäusern wird gewöhnlich das äußere Fenster (Winterfenster) im Sommer entfernt, namentlich wenn die Bewohner nicht zu sehr von dem Geräusch auf der Straße belästigt werden.

Eine zweite Anordnung der Doppelfenster besteht darin, daß man das sogenannte Winterfenster von der inneren Seite anbringt. Die Flügel beider Fenster öffnen sich nach innen. Das permanente Fenster wird $^1/_2$ Stein = 12 cm hinter die Fassadefront gestellt und gewöhnlich von Eichenholz gemacht; das Winterfenster kommt 6 bis 16 cm hinter das erste Fenster nach innen zu stehen und wird meistens aus Kiefernholz gefertigt.

Die Fig. 544 bis 549, Taf. 35, zeigen eine solche Anordnung für ein Doppelfenster eines herrschaftlichen Wohnhauses. Das äußere Fenster hat 1,20 m Breite bei 2,30 m Höhe.

Es zeigen im Maßstabe 1 : 20.

Fig. 544 die äußere Ansicht des Fensters,

Fig. 545 den Grundriß,

Fig. 546 den Vertikaldurchschnitt und im größeren Maßstabe 1 : 5, die Fig. 547 bis 549 den Vertikalschnitt durch den Oberflügel und das Losholz; sowie durch den unteren Teil des Fensters endlich einen Horizontalschnitt durch das Fenster und den Mittelpfosten.

Uebrigens dürfte die ganze Konstruktion klar sein.

Zehntes Kapitel.

Die Roste und Spundwände.

§ 134. Der liegende oder Schwellrost.

Der Zweck des liegenden Rostes ist, die Last eines Gebäudes möglichst gleichmäßig auf eine größere Fläche zu verteilen. Die Roste werden besonders in Fällen, wenn der Baugrund nicht an jeder Stelle die gleiche Tragfähigkeit besitzt, nur dann ihrem Zweck entsprechen, wenn eine Biegung derselben durch guten Verband und gutes Material des darauf ruhenden Mauerwerks verhindert, indem die gewöhnlichen liegenden Roste keineswegs so steif sind, daß sie jeder Biegung widerstehen. Bei gleicher Beschaffenheit des Baugrundes wird sich dieser so lange gleichmäßig komprimieren, bis das Gleichgewicht zwischen dem Druck des Gebäudes und dem Widerstande des Bodens hergestellt ist; das Bauwerk wird sich gleichmäßig ohne Nachteil senken. Der liegende Rost wird am besten folgendermaßen konstruiert:

In Entfernungen von 1 bis 1,50 m lege man Querschwellen a a . ., Fig. 550, Taf. 35, darüber Langschwellen b b, mindestens 21 bis 33 cm stark, welche auf die untenliegenden Querschwellen aufgekämmt werden.

Man kann aber auch die Querschwellen mit 6 bis 8 cm tiefen Einschnitten in der Breite der Langschwellen versehen, in welche dann diese letzteren ohne Schwächung eingelegt werden, weil die Querschwellen eigentlich nur den Zweck haben, die Langschwellen in ihrer Lage zu erhalten, und die Querschwellen durch diese Einschnitte nicht nachteilig geschwächt werden. Die Langschwellen werden immer nur über einer Querschwelle gestoßen und zwar am besten mit dem Hakenblatt.

Muß man die Langschwellen stumpf stoßen, so werden die beiden zusammengestoßenen Hölzer durch eine aufgenagelte Eisenschiene fest miteinander verbunden.

Auf die in Entfernungen von 0,7 bis 1 m liegenden Langschwellen kommt der Belag aus 8 bis 11 cm starken Bohlen, der mit hölzernen Nägeln auf den Langschwellen befestigt wird.

Die Zwischenräume zwischen den Schwellen sind bis Unterkantebelag sorgfältig mit Thon oder Lehm auszustampfen, oder auch wohl auszumauern, so daß kein hohler Raum bleibt. Wenn der Schwellrost eine Ecke bildet, so wechseln von der einen Richtung zur anderen die Lang- und Querschwellen ihre Rolle, indem die Langschwellen des einen Teils über die des anderen fortschießen. Auf diese Weise kommt der Bohlenbelag des einen Teils höher zu liegen, als der des anderen, was aber durchaus nicht schadet, so lange der höher gelegene Teil noch unter dem Grundwasser liegt.

Bei nicht rechtwinkeligen Ecken, Fig. 551, Taf. 35, verläßt man mit den Querschwellen allmählich die rechtwinkelige Lage, um in die neue Richtung überzugehen.

Ist der Rost durch eine Spundwand gegen Unterspülung zu schützen, so darf diese weder in einer festen Verbindung mit dem liegenden Roste sein, noch unter, sondern nur neben demselben nach Fig. 552 liegen, weil er sonst gehindert wäre sich zu setzen, wodurch er leicht brechen könnte.

In Frankreich ist die Konstruktion der Schwellroste abweichend von der vorgeschriebenen; man legt daselbst gewöhnlich die Langschwellen auf die Sohle des Baugrundes und die Querschwellen, welche nur Zangen bilden, darüber. Oft sind die letzteren so tief eingelassen, daß sie mit dem Belag bündig liegen.

Zuweilen fehlen die Zangen ganz und der Bohlenbelag versieht allein ihren Dienst. Diese Anordnung ist aber nicht zu empfehlen.

Bei Fundamentierung von Brückenpfeilern sind die liegenden Roste nicht zu empfehlen, denn wenn auch ein gleichmäßiges Setzen des Bauwerks nicht im allgemeinen nachteilig ist, so kann es doch sehr nachteilig werden, wenn die Setzung eines jeden einzelnen Pfeilers eine andere ist.

Die Fig. 550 bis 552, Taf. 35, zeigen zwei liegende Roste im Grundriß, Längen- und Querschnitt für die Umfangs- und Scheidemauern eines massiven Gebäudes.

§ 135. Der Pfahlrost.

In den Fig. 553 bis 553D ist der Pfahlrost ausführlich zur Darstellung gebracht.

Der Pfahlroſt iſt ein von Pfählen getragener Roſt. Es wird hierbei die Laſt des Gebäudes, welches der Roſt trägt, durch dieſen auf die Pfähle übertragen und dieſe letzteren tragen die ganze Belaſtung des Gebäudes. Bei Anwendung des Pfahlroſtes bleibt es, wie bei dem liegenden Roſte, eine Hauptbedingung, denſelben ſo anzuordnen, daß ſeine Oberfläche ſtets unter dem niedrigſten Waſſerſtande bleibt. Die Holzart, welche zu Pfahlroſten gewöhnlich verwendet wird, iſt Kiefern-, Lärchen- oder Eichenholz.

Die Pfähle haben 24 bis 36 cm Stärke. Die Zapfen, mit welchen die Pfähle in die Holme bezw. Roſtbalken gehen, ſind 6 bis 9 cm breit, 18 cm lang und 9 bis 12 cm hoch.

Behufs Anordnung des Pfahlroſtes werden Spitzpfähle, (je nach der Belaſtung des Roſtes 0,80 bis 1,50 m voneinander entfernt) in Reihen eingerammt, deren Entfernung von Mitte zu Mitte 0,9 bis 1,5 m beträgt. Auf die einzelnen Reihen werden demnächſt Roſtſchwellen a oder Holme aufgezapft, welche durch darüber gelegte Zangen b, die mit den Pfählen korreſpondieren, zuſammengehalten werden, Fig. 553, Taf. 35.

Zwiſchen dieſen Zangen b (mit Oberkante derſelben oft auch bündig) wird ſodann der Roſtbelag aus 8 bis 11 cm ſtarken Bohlen mit hölzernen Nägeln befeſtigt. Für die Verkämmung mit den Roſtbalken erhalten nur die Zangen Einſchnitte, häufig auch nach Fig. 554.

Die möglichſt langen Roſtſchwellen ſind ſtumpf zu ſtoßen und die nötige Verbindung derſelben durch eiſerne Klammern oder durch eiſerne Schienen mit ſtarken Nägeln herzuſtellen, Fig. 18, Taf. 1.

Das Erdreich wird bis 0,6 m unter Oberkante des Roſtes ausgegraben oder ausgebaggert, und dieſer Raum vor Aufbringung des Belags entweder mit Mauerwerk oder Kies oder Thon oder Beton ſorgfältig wieder ausgefüllt, namentlich bei ſchweren Gebäuden iſt eine Ausmauerung oder Betonierung am Platze. —

Gegen den Angriff des Waſſers iſt eine Spundwand anzuordnen, die unter dem niedrigſten Waſſerſtande abzuſchneiden und mit einem Holm zu verſehen iſt, welch letzterer nach Fig. 555 geſtoßen wird.

Da beim Pfahlroſt ein Einſinken des Bauwerks gar nicht ſtattfinden darf, ſo iſt hier eine innige Verbindung der Spundwand mit dem Roſte nicht nachteilig. Die Fig. 553 A und 556, Taf. 35, zeigen zwei verſchiedene Arten der Spundwand mit dem Roſte. Bei der erſten, Fig. 553 A, iſt angenommen, daß die Spundwand nicht über den Bohlenbelag hinausragen darf, und es iſt der Holm derſelben mit dem vorderſten Roſtbalken zuſammengebolzt. Bei der zweiten Anordnung, Fig. 556

ist die Spundwand über den Rost hinausgeführt, und statt des Holms mit zwei zangenartigen Hölzern a, a versehen.

Eine Anordnung, nach welcher die Spundwand an die Stelle der vorderen Pfahlreihe tritt, ist ebenso wenig zu empfehlen als die, nach der man ihr hinter der ersten Pfahlreihe ihre Stelle anweist. Am besten ist stets die Anordnung nach Fig. 553 A, 556 und 557.

Die einzurammenden Pfähle werden gewöhnlich nicht beschlagen, sondern nur von der Rinde befreit und an dem unteren Ende pyramidal zugespitzt.

Man gibt dieser Spitze die Gestalt einer vierseitigen Pyramide, deren Höhe gleich dem $1^1/_2$ bis 2fachen des Pfahldurchmessers ist. Sehr häufig werden die Pfahlspitzen mit eisernen Pfahlschuhen versehen, welche mindestens 4 bis 5 kg schwer sein müssen, wenn sie den beabsichtigten Zweck erfüllen sollen.

Was die Verlängerung der zu kurzen Pfähle betrifft, so verweisen wir auf das im § 14 Gesagte. In der Regel sollen die Rostpfähle ganz in den natürlichen Boden eingerammt werden, damit das Mauerwerk beim Brückenbau gleich von dem Flußbette an beginnen kann, denn ein Freistehen der Pfähle hat, wenn auch in Bezug auf ein Ausbiegen derselben keine Gefahr vorhanden ist, doch den Nachteil, daß das strömende Wasser sie mit der Zeit angreift. Wenn man auch in solchen Fällen die Zwischenräume der freistehenden Pfähle mit Steinen ausfüllt, so können doch diese leicht unterwaschen werden.

Dennoch sind solche Fundierungen ausgeführt worden und unter dem Namen „Stelzfundamente“ bekannt.

Fig. 558 und 559, Taf. 35, zeigen zwei dergleichen Anordnungen.

Das Eindringen und Feststehen eines Pfahles ist abhängig von der Schwere des Rammklotzes und von der Höhe, von welcher derselbe herabfällt, und ferner von der Beschaffenheit des Bodens.

Nach Perronetes Regel soll man 24 bis 27 cm starke Pfähle bis zu 25000 kg, 36 cm starke aber nur mit 50000 kg belasten.

Beim Fundamente des neuen Museums in Berlin wurden die Pfähle mit einem 750 kg schweren Rammklotze bis auf 5 bis 8 cm Eindringen, bei der letzten „Hitze“ von 25 Schlägen, festgerammt; die Fallhöhe war 1,2 m. Die mittlere Belastung eines Pfahles beträgt circa 20000 kg.

Die Grundpfähle unter dem neuen Packhofgebäude ebendaselbst, von welchen jeder durchschnittlich mit 18500 kg belastet wird, drangen bei der letzten „Hitze“ von 25 Schlägen mit einem 750 kg schweren Rammklotze bei 1,5 m Fallhöhe noch 7 cm ein.

Durch Rechnung findet man die zulässige Tragfähigkeit (vierfache Sicherheit) eines Pfahles durch die Formel:

$$L = {}^1/_4\, n \cdot \frac{P^2 \cdot Q \cdot h}{E \cdot (P + Q)^2}.$$

In dieser Formel bezeichnet:

n Anzahl der Schläge in der letzten „Hitze";
P Schwere des Rammklotzes;
Q „ „ Pfahles;
h Fallhöhe des Rammklotzes;
E Eindringen des Pfahles in der letzten „Hitze".

Setzen wir $P = Q$, wie es für das Rammen am vorteilhaftesten ist, $n = 24$, und die durchschnittliche Fallhöhe $h = 1{,}25$ m, so erhält man:

$$L = \frac{1{,}875 \cdot P}{E};$$

oder wenn E in Zentimetern ausgedrückt wird;

$$L = \frac{187 \cdot P}{E}.$$

Hiernach würde ein Pfahl, welcher in der letzten „Hitze" bei einem 750 kg schweren Rammklotz von 24 Schlägen 5 cm eindringt, eine Last von $L = 28050$ kg mit Sicherheit tragen, vorausgesetzt, daß er eine hinreichende Stärke gegen das Zerdrücken hat.

Für Bauwerke, die einen Seitenschub auszuhalten haben (Futtermauern, Brückenwiderlager ꝛc.), werden öfters die Rostpfähle, abweichend von der gewöhnlichen Anordnung, schräg eingerammt, damit sie so dem Schub direkt entgegen wirken. In Fig. 562, Taf. 36, ist ein schräg liegender Pfahlrost für eine Futtermauer (Kaimauer) dargestellt, dabei ist auch die Spundwand A schräg einzurammen.

Die Grundrißform richtet sich nach dem darauf zu erbauenden Fundamente und schließt sich diesem möglichst an.

Fig. 564, Taf. 36, zeigt einen Pfahlrost mit Spundwand für den Mittelpfeiler einer Brücke.

Bei einer vorkommenden veränderten Richtung des Rostes dienen die hier angeordneten Langschwellen alsdann bei dem vorhergehenden als Zangen, indem die Langschwellen dieses neuen Teiles soviel höher gelegt werden, daß sie auf die ersteren Langschwellen verkämmt werden können.

In ganz gleicher Weise wird auch verfahren, wenn der Rostbelag eines Pfahlrostes unter einer Scheidemauer mit dem einer äußeren Mauer verbunden werden soll, wie in Fig. 553 bis 553D, Taf. 35, näher an-

gedeutet ist. Hier bilden auch die Langschwellen des höher liegenden Rostes Zangen für den tiefer liegenden Rost.

Fig. 563, Taf. 36, zeigt einen Rost für den Endpfeiler einer Brücke mit rechtwinkeligen Flügelmauern: die Rostschwellen für den Pfeiler gehen nach der Länge desselben, die für den Flügel nach der Breite derselben, darüber die Zangen.

Fig. 565, Taf. 36, zeigt einen Pfahlrost für den Endpfeiler einer Brücke mit langen, schrägen Flügelmauern.

Die Rostschwellen für die Flügelmauern liegen nach der Richtung derselben und sind mit denen des Pfeilers verschränkt und verbolzt; hierüber, möglichst normal, die Zangen.

§ 136. Die Spundwände.

Auf Seite 49, § 44, ist bereits über die Konstruktion der Spundpfähle, namentlich über die Aneinanderfügung und Verbindung derselben, das Nötige erwähnt, so daß in diesem Paragraph nur das Verfahren beim Einrammen der Pfähle, sowie die obere Begrenzung der Spundwand mitzuteilen ist.

Vor dem Einrammen einer Spundwand muß der Grund in der Richtungslinie genau untersucht und alle Hindernisse, als Wurzeln, Steine u. s. w., durch Ausbaggerung eines Grabens möglichst entfernt werden. Die Pfähle werden nicht einzeln eingerammt, sondern es werden immer 20 bis 30 Stück auf einmal gesetzt, und damit sie in gehöriger Stellung vor dem Einrammen gehalten werden, bedient man sich der festen und losen Zwingen oder Lehren.

Eine feste Zwinge ist in Fig. 560, Taf. 35, ersichtlich. Sie besteht aus zu beiden Seiten der Wand angebrachten horizontalen Balken a a, die, um einen festen Stand zu haben, auf eigens zu diesem Zwecke eingerammten Pfählen b b aufgezapft werden. Der Abstand der Unterstützungspfähle ist gewöhnlich 2 bis 3 m. Zwischen diese Zwingen werden nun die Spundpfähle der Reihe nach, wie sie nebeneinander zu stehen kommen, so gestellt, daß die Federn in die Nuten eingeschoben sind. Um der ganzen Wand eine größere Festigkeit zu geben, verbindet man auch die gegenüberliegenden Zwingen stellenweise durch Bolzen, zu welchem Ende hier und da ein Spundpfahl durchbohrt wird.

Wenn ein so durchbohrter Pfahl an die Reihe kommt, eingerammt zu werden, so muß der Bolzen herausgezogen und an einem anderen Pfahl befestigt werden, und das entstandene Loch wird durch Eintreiben eines hölzernen Pflockes geschlossen.

Eine lose Zwinge ist in Fig. 561, Taf. 35, dargestellt; die die Zwinge bildenden Balken sind hierbei in größerer Höhe an den Spundpfählen selbst mittels Bolzen befestigt, und der feste Schluß wird durch Einziehen eines Holzkeiles hinter dem letzten Pfahl bewirkt.

Sind die Spundpfähle länger als 2,5 bis 3,5 m, so vereinigt man die festen Zwingen mit der losen Zwinge; die feste wird immer dicht über dem Boden angebracht, und die lose in einiger Entfernung unter den Köpfen der Spundwände. Ist die Spundwand 1 m tief eingedrungen, so werden die Zwingen unwirksam und entbehrlich.

Sind die Pfähle in der beschriebenen Weise ordentlich gestellt worden, so wird mit dem Einrammen begonnen; es werden die Pfähle nach der Reihe eingeschlagen; jedoch nicht auf einmal zu ihrer ganzen Tiefe, sondern nur nach und nach, wie sie gerade leicht ziehen.

Zur Erleichterung des Einrammens einer Spundwand muß man diese immer eher einrammen, als andere Pfähle geschlagen werden. Nachdem die Spundwand bis zur gehörigen Tiefe eingetrieben ist, versieht man sie in ihrer obersten Begrenzung mit einem Holme h, Fig. 555, Taf. 35, der an der Unterfläche eine fortlaufende Nut hat, in welche die Spundpfähle mit Zapfen eingreifen. An den Stößen des Holmes werden dreiarmige eiserne Schienen c zur Verbindung festgenagelt. Auch dreiarmige eiserne Klammern erfüllen ihren Zweck, indem nämlich mit zwei Spitzen die zu stoßenden Holme gefaßt werden, während die dritte Spitze in die Spundwand eingetrieben wird.

Statt der Holme versieht man auch die Spundwand an ihrem oberen Ende zu beiden Seiten mit Zangen oder Gurthölzern a a, Fig. 556, Taf. 35, welche alle Spundpfähle umschließen und fest zusammengebolzt sind.

Steht die Spundwand im festen Boden und ragt sie nicht weit über demselben hervor, so kann der Holm auch ganz wegbleiben.

In Fällen, wenn Spundwände nur von geringer Tiefe herzustellen sind, können statt diesen die Stulpwände Anwendung finden. Es werden in der äußeren Wandfläche, in Abständen von 11 bis 16 cm, Brettstücke von passender Länge mit der Handramme eingestoßen. Diese Bretter sind 4 bis 5 cm stark und erhalten, wie die Spundpfähle, in der Mittellinie eine scharfe Schneide. Zum regelmäßigen Eintreiben dient eine Lehre als Halbholz, die auch später als äußerer Teil der Zange dienen kann, welche die Wand hält. Hinter der ersten Brettreihe wird eine zweite so eingetrieben, daß sie die offenen Zwischenräume der ersten deckt.

Elftes Kapitel.

Die Rammen.

§ 137. Allgemeines.

Die Rammen, welche zum Einschlagen der Pfähle und zum Dichten des Bodens dienen, werden eingeteilt in:

1. Handrammen,
2. Zug- oder Lauframmen,
3. Kunstrammen.

Der Hauptteil einer jeden Ramme ist der Rammklotz oder Rammbär, ein schwerer Klotz von Holz oder Eisen, welcher gehoben wird und durch sein Niederfallen stoßweise auf den Pfahl wirkt, der so in den Boden getrieben wird.

§ 138. Die Handramme.

Die Handramme wird nur aus freier Hand gehoben; sie besteht aus dem Rammklotz von Eichenholz, welcher mit Handhaben, Fig. 566 bis 568, Taf. 36, versehen ist. Unten wird der Klotz zur Verhütung des Aufspringens mit einem starken eisernen Bandringe, den man oben heiß auftreibt, beschlagen.

Da bei der Handramme höchstens 4 Mann vorteilhaft angestellt werden können, so macht man sie nie schwerer als 50 kg, wobei man pro Mann 12,5 kg rechnet.

Der Effekt beim Rammen wird bedeutend vergrößert, wenn man den Pfahl durch das Gewicht der Arbeiter belastet, indem man die Arbeitsrüstung auf eine durch den einzurammenden Pfahl a gesteckte Brechstange legt, Fig. 569, Taf. 36.

In Fig. 570 ist angedeutet, daß der Rammklotz an einem Schwungbaum a b befestigt ist.

Behufs Einschlagen von Pfählen kann man sich auch der Vorrichtung Fig. 571 bedienen, die den Uebergang zur Zugramme bildet.

Die Handramme wird nur zum Einrammen leichter Pfähle, als der Rüstungspfähle ꝛc., außerdem zum Stampfen der Erdschüttungen, *der Pflasterungen* ꝛc. benutzt.

§ 139. Die Zugramme.

Bei der Zugramme hängt der Rammklotz an einem Tau, welches über eine in der Höhe des Gerüstes angebrachte Rolle geführt und am anderen Ende niedergezogen wird; zugleich wird der Rammklotz durch sogenannte Ruten in seiner Richtung geleitet.

Die Einrichtungen der Zugrammen sind verschieden und einige derselben sollen hier beschrieben werden.

Die Fig. 572 bis 578, Taf. 36, zeigen eine sogenannte Eck- oder Winkelramme mit dreieckiger Verschwellung.

Die Schwellen schneidet man öfter an der Unterkannte etwas aus, damit man mit einem Hebebaum die Ramme bequem verrücken kann.

Die Winkelramme besteht aus folgenden Teilen:

a Vorderschwelle;
b b zwei Seitenschwellen;
c eine Mittelschwelle;
d d zwei Seitenruten;
e e zwei Vorderruten;
f Rute, an welcher der Bär sich bewegt (Läuferrute);
g Rammklotz oder Bär;
h Rammscheibe;
i Winde, wodurch der Pfahl in die Höhe gezogen wird;
k Tau an der Winde;
l Rammtau;
m Trietzkopf mit zwei Rollen zum Heraufziehen des Pfahles;
n Knebel und
p Kranztau.

Eine Seitenrute wird mit Sprossen versehen und dient als Leiter, um nach der Rolle und dem Trietzkopf gelangen zu können.

Die Winde wird an den Hinterruten 1,25 m hoch von dem Schwellwerk angebracht.

Die Höhe der Ramme richtet sich nach der Länge der Pfähle, welche eingerammt werden sollen, und es muß die Ramme wenigstens 2,5 bis 3 m höher als der einzurammende Pfahl sein. Die Schwellen werden 16 cm und die übrigen Verbandstücke 16 bis 21 cm stark, je nach der Höhe der Ramme.

Die Schwellen sind unter sich durch Zapfen und Ueberwürfe, Fig. 572 und Fig. 578, miteinander verbunden; ebenso sind die stehenden Hölzer mit der Schwelle durch eiserne Ueberwürfe nach Fig. 577 ver-

bunden, was um so nötiger ist, da die Streben ebensowohl einen Zug, wenn auch nur geringen, auszuhalten haben und durch die beim Niederfallen des Rammklotzes entstehende Bewegung und Erschütterung sehr leicht die stehenden Hölzer aus ihren Zapfenlöchern springen könnten, was aber für die Arbeiter von der größten Gefahr wäre.

Der Trietzkopf, welcher auf dem oberen Ende der Läuferrute liegt, hat an den Enden zwei Rollen, über die das Windetau läuft.

In Fig. 575 ist ein solcher Trietzkopf in größerem Maße dargestellt. Derselbe hat in seiner Mitte unterhalb ein rundes Loch, in welches ein oberhalb auf der Läuferrute angebrachter runder eiserner Zapfen (Dorn) paßt. Um das Ausheben des Balkens zu verhindern, dienen zwei Bolzen, welche durch den Trietzkopf durchgesteckt werden und in die Aushöhlung des Zapfens passen.

Die Winde, welche mit Armen versehen ist, ruht auf den beiden Vorderruten e, e, sie wird gegen das Herabgleiten durch einen eisernen Ueberwurf (Bügel) gesichert.

Diese Windevorrichtung findet bei den gewöhnlichen Rammen selten Anwendung, weil hier zum Aufstellen der Pfähle gemeiniglich Arbeiter genug vorhanden sind, die während dieser Zeit nicht beschäftigt werden. Bei der Kunstramme dagegen, bei welcher verhältnismäßig nur wenig Arbeiter angestellt werden, ist eine solche Windevorrichtung notwendig.

Die Rammscheibe wird gewöhnlich aus Holz hergestellt, bisweilen aber auch aus Eisen.

Eine nähere Betrachtung der Ramme ergibt, daß es ein großer Vorteil ist, die Rammscheibe so groß als möglich zu machen; 0,9 bis 1,1 m Durchmesser wird die passendste Abmessung für dieselbe sein. Wenn eine Rammscheibe nur aus einem Stück gefertigt wird, dann kann natürlich dieselbe nur einen Durchmesser von 27 bis 35 cm erhalten, außerdem tritt aber der Nachteil ein, daß das Tau auf Hirn- und Faserholz läuft, wodurch die Scheibe bald eine elliptische Gestalt annimmt.

Es ist bedeutend besser, die Scheibe aus 5 Stücken nach Fig. 576 oder aus Felgen mit Armen nach Fig. 579, Taf. 36, zusammenzusetzen.

Wenn der Rammklotz 600 kg schwer ist, so beträgt die Kraft, welche nötig ist, um die Steifigkeit eines 4 cm starken Taues zu überwinden, bei:

24	cm	Durchmeſſer	der	Rammſcheibe	82,5 kg
32	„	„	„	„	60,5 „
48	„	„	„	„	41 „
64	„	„	„	„	31 „
80	„	„	„	„	24,5 „
96	„	„	„	„	20,5 „

ſo daß alſo bei einer 96 cm im Durchmeſſer haltenden Rammſcheibe 4 bis 5 Arbeiter weniger angeſtellt zu werden brauchen, als bei einer 24 cm ſtarken Scheibe.

Für große Rammſcheiben ſind an der hinteren Seite der Läuferrute beſondere Achſenlager nach Fig. 580 und 581 anzuordnen, damit das Rammtau durch das Gewicht des Rammklotzes lotrecht geſpannt werde.

Der Rammklotz wird gewöhnlich aus hartem Eichenholz gefertigt und iſt für ein mittleres Gewicht von 250 bis 300 kg 42 bis 48 cm im Quadrat ſtark und 1,5 bis 1,9 m lang; von Gußeiſen aber hat man dieſelben bis zu 800 kg.

Der hölzerne Rammklotz erhält nach Fig. 582, Taf. 36, zwei eiſerne Ringe a, a, welche warm aufgebracht werden, damit ſie ſich beim Erkalten noch zuſammenziehen können. Ferner werden noch eiſerne Schienen b, b angeordnet, die an beiden Enden umgekrämpt ſind.

Dieſe Schienen werden in ihrer ganzen Dicke in den Rammklotz eingelaſſen, von den Ringen umfaßt und außerdem noch durch Bolzen und Nägel befeſtigt.

Um das Rammtau mit dem Rammklotze zu verbinden, ſchlägt man gewöhnlich eine ſtarke eiſerne Kramme d in die obere Fläche des Klotzes. Der Rammklotz enthält ferner Arme c, c, welche mit ſchwalbenſchwanzförmigen Zapfen in denſelben befeſtigt werden und ſoweit auseinander ſtehen, als die Stärke der Läuferrute beträgt.

Die Arme werden an ihren hinteren Enden noch mit Riegeln f oder mit Bolzen e verſehen, mit welchen ſie gegen die hintere Seite der Läuferrute ſich ſtützen.

Eine beſſere Anordnung iſt jedoch, daß man die Arme a, a in ihrer ganzen Stärke nach Fig. 583 in den Klotz einläßt. Nehmen wir an, die Breite der Läuferrute betrage 21 cm und die Dicke der Arme auf jeder Seite 11 cm, ſo würde hiernach der Rammklotz eine Stärke von $21 + 2 \cdot 11 + 2 \cdot 0{,}7 = 44{,}4$ cm erhalten, wenn der Zwiſchenraum zwiſchen der Läuferrute und den Armen zu 0,7 cm angenommen wird.

Die Arme werden durch 4 Schraubenbolzen unter sich und mit dem Rammklotz verbunden, und werden außerdem noch durch eiserne Schienen b, b . . zusammengehalten. Die hinter dem Läufer durch die Arme gesteckten Bolzen, welche bei der Führung zugleich zur Vermeidung der Reibung als bewegliche Rollen dienen müssen, erhalten da, wo sie durch die Arme gehen, Futterbüchsen von Messing.

Der Ring c, an welchem der Rammklotz gehoben wird, ist abwärts in der Mitte des Rammklotzes eingelassen und wird vermittelst einer quer durchgesteckten eisernen Schiene d mit dem Rammklotz verbunden.

Fig. 584 bis 586, Taf. 37, ist eine Ramme mit viereckiger Verschwellung in der Vorderansicht, Seitenansicht und im Grundriß dargestellt, welche nach dem bisher Mitgeteilten einer Erläuterung nicht bedarf.

Eine Zugramme mit zwei Läuferruten ist Fig. 587 in der Vorderansicht, Fig. 588 in der Seitenansicht und Fig. 589 im Grundrisse dargestellt. Die Rammscheibe befindet sich oben zwischen den Läuferruten, hat aber ihre Zapfenlager auf den beiden Streben, welche von den Läuferruten rückwärts angebracht sind und auf zwei zur Verbindung dienenden Zangen a, a.

Der Rammklotz ist von Gußeisen, er hat nach Fig. 590 auf beiden Seiten vortretende Rippen, welche in entsprechende Nuten der Läuferruten eingreifen.

Die bisher beschriebenen Rammen sind feste Rammen, d. h. mit festem Rammgerüst versehen.

Im Gegensatz dazu gibt es auch bewegliche Rammen, die leicht zu versetzen, auch nach der Schräge und Tiefe zu verstellen sind. Fig. 591 zeigt eine sogenannte Stützen- oder Schwanzramme in isometrischer Ansicht.

Zum Einrammen einzelner Pfähle sind die beweglichen Rammen zu empfehlen, für größere Grundbauten aber nicht.

Um Pfähle schräg einzurammen, muß die Bewegung des Rammklotzes nach der Richtung des Pfahles erfolgen.

Damit man das ganze Gerüst nebst Verschwellung nicht in eine schräge Lage zu bringen braucht, kann man nach Fig. 592 den Läufer nebst Vorderrute auf einer drehbaren Vorderschwelle anordnen oder sie nach Fig. 593 mit Scharnieren versehen.

Die Führung des Rammklotzes längs der schrägen Läuferrute hat man mit Vorteil durch Friktionsrollen (radartig) vermittelt, wie *Fig. 594 zeigt.*

§ 140. Die Kunstramme.

Weil die Arbeiter an einer Zugramme sehr unvorteilhaft verwendet sind, somit eine große Anzahl derselben an solchen Rammen erforderlich ist, thut man besser, bei großen Rammarbeiten den Rammklotz durch eine Windevorrichtung zu heben. Mit diesen Kunstrammen kann auch der Rammklotz auf eine viel größere Höhe gehoben werden, wie bei der Zugramme, wodurch auch der Effekt sehr verstärkt wird.

Bei der Kunstramme sind Gerüst, Rammklotz, Rammscheibe und Pfahlwinde wie bei der Zugramme. Lassen wir die Konstruktion der zum Heben des Rammklotzes dienenden Maschine, welche sowohl durch Menschen, als auch durch Zugtiere, Dampf- oder Wasserkraft in Bewegung gesetzt werden kann, außer Betracht, so bildet den wichtigsten Teil an der Kunstramme der Haken, welcher den Rammklotz faßt und in einer vorgeschriebenen Höhe ihn wieder fallen läßt.

In Fig. 595, Taf. 37, geben wir die Ansicht und den Horizontalschnitt eines Sperrhakens mit sehr einfacher Auslösung.

Die Auslösung des Sperrhakens wird dadurch bewirkt, daß in der vorgeschriebenen Höhe die an den inneren Seiten der Läuferruten angebrachten Schienen a, a, welche sowohl dem Rammklotz, als auch dem Fallblock A des Sperrhakens zur Führung dienen, sich allmählich nähern, wodurch die beiden unteren Haken soweit auseinander gerückt werden, daß sie die Oese des Rammklotzes nicht mehr fassen können und dieser nun herabfällt. Beim Herabfallen des Fallblocks schließen sich die Haken sofort in der Oeffnung der Oese, so daß aufs neue der Rammklotz gefaßt ist.

Die Arbeit des Rammens ist sehr anstrengend, und obwohl immer durch das Versetzen der Ramme, Pfahlsetzen, Pfahlrichten u. s. w. Unterbrechungen eintreten, so muß man den Arbeitern doch jedesmal nach einer gewissen Anzahl von Schlägen eine kurze Ruhezeit gönnen.

Gewöhnlich erfolgt diese in der Dauer von 2 Minuten nach 20 bis 25 hintereinander geführten Schlägen, welche man eine „Hitze“ nennt.

Zu einem 150 kg schweren Rammklotz gehören 11 Arbeiter, demnach hat ein Arbeiter circa 13,6 kg zu heben.

Die beste Stellung der Arbeiter ist, wenn dieselben in der Peripherie eines Halbkreises stehen, dessen Mittelpunkt der Läufer ist. Der Kranz mit dem Knebel, Fig. 596, Taf. 37, muß möglichst hoch angebracht werden, damit die Arbeiter vertikal ziehen, denn bei einem schrägen

Zuge zerlegt sich die Kraft nach zwei Richtungen, wovon die eine vertikal und die andere horizontal ist.

Wenn ein Pfahl unter die Oberkante der Vorderschwelle eingerammt werden soll, dann muß derselbe einen Aufsetzer (Rammknecht) erhalten, welcher mit dem Pfahl nach Fig. 31 bis 34, Taf. 1, verbunden wird.

Der Pfahl wird alsdann aber nicht mehr so gut „ziehen", als wenn der Rammklotz unmittelbar den Pfahl trifft.

Hinsichtlich des arbeitenden Personals hat man:

1. den Pfahlmeister; derselbe hat die Hauptleitung und bekommt von dem Baumeister einen Pfahlriß;

2. den Schwanzmeister; dieser kommandiert die Leute zur Arbeit und Ruhe;

3. den Nagelmeister; dieser steckt nach jeder Hitze einen Nagel in die Läuferrute, auf welchem der gehobene Rammklotz ruht;

4. den Flormeister, Gehilfe des Pfahlmeisters.

Der Pfahlmeister führt ein Register mit folgenden Rubriken:

Zahl der Arbeiter	Nummer des Pfahles	Länge	Stärke	Schwere des Rammklotzes	Eindringen des Pfahles	
					in der letzten Hitze	überhaupt
		Meter	Zentim.	Kilogr.	Zentim.	Meter
22	4	6	24	300	4	6
22	7	5,5	25	300	2,5	4,5

Zwölftes Kapitel.

Die Gerüste.

§ 141. Allgemeines.

Bei fast allen Bauausführungen sind Vorrichtungen nötig, von welchen die Arbeiter ihre Geschäfte verrichten können, wenn die Arbeiten *eine Höhe erreicht* haben, wo mit der Bequemlichkeit nicht mehr han-

tiert werden kann, als wenn der Arbeiter auf dem Erdboden steht. Man begreift dergleichen Aufstellungen unter dem Namen Gerüste (Baugerüste), die sowohl feste als auch fliegende Gerüste sein können.

Ferner aber können die Gerüste auch den Zweck haben, als zeitweilige Unterstützungen zu dienen. Hierher gehören zunächst die Wölbungsgerüste. Dann gehören hierher diejenigen Vorrichtungen, welche bei Erneuerung einzelner schadhafter oder weggenommener Teile an Gebäuden notwendig sind, um die stehenbleibenden Teile des Gebäudes so zu unterstützen, daß die Erneuerung ausgeführt werden kann.

§ 142. Das gewöhnliche Baugerüst (Stangengerüst).

Das gewöhnliche Baugerüst, welches meist von den Maurern selbst aufgestellt wird, besteht aus folgenden Teilen:

1. Rüststangen, gewöhnliche unbeschlagene Fichtenbaumstämme, von nötiger Länge und Stärke. Sie werden 1 bis 1,5 m tief eingegraben und durch Antreiben von kurzen Pflockhölzern in der Erde festgemacht. Man stellt sie längs der Frontmauer im Abstande von etwa 1,50 m, 2 bis 3 m auseinander auf.

2. Streichstangen sind die rohen Hölzer, welche horizontal an die Rüststangen, nach den erforderlichen Höhen, durch Hanfseile gebunden, mit der Fronte gleich laufen. Statt der Befestigung durch Stricke kann man sich auch eiserner Gerüstträger, wie solche in den Fig. 597 und 597 A, Taf. 37, dargestellt sind, bedienen; doch muß man bei Verwendung dieser und anderer Gerüstträger öfters nachsehen, ob die Spitzen sich in den Rüststangen nicht gelockert haben und dieselben gegebenen Falls nachtreiben; ein solches Lockern findet namentlich bei Regenwetter häufig statt. Am zuverlässigsten sind stets noch gute Hanfseile, zur Sicherheit haut man unter der Streichstange zum Auflager für dieselbe eine Mauerklammer in die Rüststange.

3. Netzriegel dienen zur Querverbindung des Gerüstes, sie werden auf der einen Seite auf die Streichhölzer, auf der anderen Seite in der Mauer oder in der Fensteröffnung, letzteren Falles gehörig unterstützt, gelegt. Deren Länge ist durchschnittlich 2 bis 3 m.

4. Sturmstangen werden bei langen Fronten gebraucht, um die Rüststangen gegenseitig zu verstreben. Auch bedient man sich dazu etwa starker Bretter, die schräg, zuweilen kreuzförmig über zwei und zwei Rüststangen genagelt, oder bei Hölzern durch Klauen aufgebunden werden.

5. Noch braucht man Rüſtbretter zur Belegung der Netzriegel, ferner Lattnägel, Klammern und Leitern.

6. Wenn eine ſolche Rüſtung die nötige Höhe nicht vollkommen erreicht, ſo befeſtigt man an den Rüſtſtangen neue Stücke durch Stricke und Klammern, bringt an ſelbige wieder Streichſtangen und Netzriegel ꝛc. an und nennt eine ſolche Verlängerung ein Pfropfgerüſt.

Die Hauptbedingungen eines jeden Gerüſtes ſind: Feſtigkeit, zur Verhütung jeder Gefahr; Stärke, damit es die Laſten, die ihm bei der Arbeit aufgebürdet werden müſſen, tragen und die Arbeiter auf ihm mit Zuverſicht hantieren können, und zweckmäßige Anlage, die denſelben freie Bewegung zur Arbeit geſtattet. Da, wo nur Backſteine zu befördern ſind, wird das Gerüſt nur durch Leitern zugänglich gemacht.

Um das Herunterfallen von Material, Ziegelſteinen u. ſ. w. zu verhüten, ſtellt man am äußerſten Rande der Rüſtung entlang den Rüſtſtangen eine Bohle hochkantig auf, ebenſo auch nagelt man zur Sicherheit der auf der Rüſtung beſchäftigten Arbeiter eine Rüſtbohle etwa 1 m oberhalb des Bohlenbelags als Bruſtwehr an die Rüſtſtangen. Der erſte Rüſtboden wird in der Regel erſt 2 bis 2,5 m über Terrain gelegt, dieſer bleibt dann zur Sicherheit, und um bei beſchränktem Bauplatz Arbeitsſtellen für Steinmetze z. B. zu ſchaffen ſtehen. Die darauf folgenden Böden kommen in Abſtänden von 19 bis 20 Ziegelſteinſchichten gleich 1,50 bis 1,60 m in Anwendung und werden ſtets, wenn ein neuer höherer Boden hergeſtellt werden muß, wieder abgebrochen, nur die Streichſtangen läßt man gewöhnlich ſitzen, da man beim Abputzen der Faſſaden (oder beim Ausfugen) ſie doch wieder als Unterlagen benutzen muß. Nach den beſtehenden Sicherheitsvorſchriften iſt ſtets unter einem Arbeitsgerüſt im Abſtande von höchſtens 2 m ein Untergerüſt zu laſſen. Fig. 598, Taf. 37, zeigt die Anordnung eines einfachen Stangengerüſtes. Dies Gerüſt findet die ausgebreitetſte Anwendung im Bau, ſo auch zum Aufführen des unteren Teiles von Fabrikſchornſteinen, die weiter hinauf ſtets „über Hand“ gemauert werden. —

§ 143. Die Mauerböcke.

Sollen Gerüſte nur während einer kurzen Zeit und dann zur Ausführung leichter Arbeiten dienen, ſo kann man ſich, zumal wenn die Gerüſte nicht hoch zu ſein brauchen, vorteilhaft der Gerüſtböcke (Mauerböcke) bedienen.

Sie bestehen aus vier Füßen, Fig. 599, Taf. 37, die oberhalb an einem Holm angeblattet und festgenagelt sind.

Um ein Verschieben der Böcke zu verhindern, werden von den Füßen aus nach dem Holm hin Schwarten angenagelt.

Querlatten verhüten das Verschieben der Füße nach der Breite.

Auf die Holme der Böcke, deren Entfernung voneinander nach der Länge der Rüstbretter zu bemessen ist, wird ein Boden von Brettern gelegt, die nur leicht aufgenagelt werden. Diesem Boden wird nach Umständen eine Breite von 1, 1,25 und mehr Meter gegeben; die Bretter dürfen nicht schwach sein und zu weit frei liegen, daher zwischen den Stößen noch ein oder zwei Böcke aufzustellen sind. Zuweilen werden dergleichen Böcke mit Dielung geschoßmäßig übereinander gestellt, so daß man ihnen wohl 10 m hoch rüsten kann. Es müssen dann die unteren Holme immer 1 bis 2 m länger, als die nächst oberen, die Böcke selbst aber stärker sein. Um andere Böcke auf die unteren zu stellen, legt man Rüsthölzer und auf diese andere Querhölzer und Rüstbretter.

§ 144. Das Rollgerüst (bewegliches Gerüst).

In den Fig. 600 und 601, Taf. 38, ist ein Rollgerüst in der Ansicht und im Grundriß dargestellt, welches bei der Erbauung einer Kirche gedient hat und sich sehr gut beim inneren Ausbau großer Festsäle eignet. Man wird je nach den örtlichen Verhältnissen einige Modifikationen machen müssen.

Dieses Gerüst besteht aus den Langschwellen a, den Querschwellen b und einem Strebekreuz c.

Diese fest zusammengezimmerten Schwellen, welche das obere Gerüst tragen, ruhen auf vier eisernen Rollen d, so daß dasselbe nach der Länge des Raumes fortbewegt werden kann. Die Anordnung des oberen Gerüstes ist aus den Figuren leicht ersichtlich und bedarf daher keiner weiteren Erklärung.

§ 145. Die schwebenden Gerüste.

Wenn es der Raum von Gebäuden nicht gestattet, stehende Gerüste aufzuführen, oder wegen der Höhe der Gebäude, an denen Reparaturen vorgenommen werden sollen, die Reparaturarbeit in gar keinem Verhältnis zu den bedeutenden Kosten steht, welche ein stehendes Gerüst erfordern würde, so bedient man sich in solchen Fällen der schwebenden (fliegenden) Gerüste.

Ein dem Fahrstuhle ähnliches schwebendes Gerüst ist das in den Fig. 602 bis 604, Taf. 37, abgebildete.

Dieses Gerüst ist 8 m lang, kann aber jeder Länge angepaßt, zusammengeschlagen und beiseite gelegt werden.

Dasselbe besteht in einigen Bohlen a, an die zwei andere angenagelt sind, die eine Art von Kasten bilden und den Stand der Arbeiter abgeben. b, b und c, c sind Rahmen von Holz, worin dieser Kasten liegt. In den Querstücken d, d dieser Rahmen sind die Rollen e und f befestigt, welche von den Seilen umgeben werden, woran das Gerüst hängt. Die Enden dieser Seile g, g sind an zwei Balken oder Rüsthölzer h, h festgemacht und dabei noch die Kloben mit einfacher Rolle i angebracht.

Von den Rüsthölzern h, h gehen die Seile unter den Rollen e und f nach den Rollen i, i und von da mit den Enden r und s nach dem Gerüste herunter, wo sie auf schickliche Weise angehangen werden.

Mittels dieser Seilenden kann nun das Gerüst aufgezogen oder niedergelassen werden, ohne daß viel Kraftaufwand nötig wird, und da mehrere Arbeiter auf dem Gerüste Raum haben, so können sie sich selbst heben oder senken.

Zur Sicherung der Arbeiter sind Seile, gleichsam als Brustlehnen über die Rahmen gezogen. Bei Aufstellen dieses Gerüstes ist vor allen Dingen auf sorgfältigste Sicherung der Rüsthölzer h h Bedacht zu nehmen, daß diese nicht kippen können.

Das einfache schwebende Gerüst ist in Fig. 605 und 606, Taf 37, in der Vorder- und Seitenansicht dargestellt.

Dieses Gerüst besteht aus zwei Hängeböcken, die aus zwei nebeneinander liegenden Fenstern über die Brüstungsmauer gehängt werden.

Jeder Bock besteht aus zwei fest miteinander verbundenen Seitenwänden.

Zwei solcher Wände sind wieder durch die nur gering eingeblatteten Riegelhölzer b zu einem Ganzen verbunden.

Die Hängsäulen c sind mit den 1,25 bis 1,50 m langen Rahmhölzern a durch ein übergelegtes starkes Bandeisen, welches an den beiden äußeren Enden etwa 27 bis 32 cm auf den Säulen heruntergeht und hier mit Holzschrauben solide befestigt ist, fest verbunden.

Zwischen den Säulen c, c ist ein Strebekreuz d angeordnet und darunter beide Säulen durch einen eisernen Bolzen e verbunden.

Am hinteren Ende der beiden Rahmhölzer sind starke eiserne *Winkel f angebracht*, welche beim Aufhängen hinter die Brüstungsmauern

fassen, wobei dann die Säulen c sich dicht gegen die äußere Fläche der Mauer anlegen. Die eisernen Stellschrauben g dienen dazu, die Böcke für verschiedene Stärken der Brüstungsmauern benutzen zu können.

Von dem einen Bock zum anderen werden Bretter gelegt, worauf dann die Arbeiter ihre Arbeit verrichten können. Zur besseren Erhaltung werden diese Hängeböcke mit Oelfarbe angestrichen und während der Nichtbenutzung sind dieselben an einem lufttrockenen Orte aufzubewahren, damit sie nicht schadhaft werden, was bei einer späteren Anwendung von den schlimmsten Folgen sein könnte.

§ 146. Das abgerundete Gerüst.

Sobald an einem Bau schwere Hausteine zu versetzen und auf ziemliche Höhe zu heben sind, so daß dies Versetzen vorteilhaft mittels schwerer Winden geschieht, wird man die Fassade mit einem abgebundenen Gerüst einrüsten. Während das Stangengerüst von den Maurern selbst hergestellt wird, arbeiten an diesem Gerüst meist Zimmerleute. Die Rüstbäume nimmt man so kräftig als möglich und so lang, daß sie mindestens noch 3—4 m über Hauptgesimsoberkante hinausragen. Am zweckmäßigsten setzt man die Rüstbäume so, daß zwischen ihnen die Umfassungsmauern zu stehen kommen. Beide Rüstbaumreihen sind dann gleichmäßig ca. 1 bis 1,50 m von den Mauerfluchten entfernt. Die Rüstbäume der inneren Reihe müssen aus mehreren aufeinander gestoßenen Hölzern bestehen, damit sie später vor Aufbringen der Dachschalung herausgehoben werden können.

Aus vorstehendem ist ersichtlich, daß man Rüstbäume dieses Gerüstes nicht willkürlich und nur mit Innehaltung des gegenseitigen Abstandes setzen kann, sondern daß man namentlich zum Setzen der inneren Rüstbäume die Balkenlagen und den Dachverband kennen muß, damit man später keine unliebsamen und schwierig auszuführende Auswechselungen nötig hat. Die die entsprechenden Bäume der Rüstbaumreihen umfassenden Doppelzangen sind so zu legen, daß sie in Fensteröffnungen treffen. In Höhen von 3 m sind dann den Rüstbaumreihen entlang kantige Streichhölzer zu legen und gehörig mit den Rüstbäumen zu verbolzen, die Streichhölzer ruhen auf den Doppelzangen. Man macht für diese Streichhölzer eine geringe ca. 3 bis 4 cm tiefe Einkämmung in die Rüstbäume. Ungefähr 2 m über Hauptgesimsoberkante bringt man kräftige Streichhölzer an und verbolzt dieselben sorgfältig mit den Rüstbäumen, außerdem sind sie durch angebrachte Knaggen gehörig zu

unterstützen. Auf diese Streichhölzer befestigt man alsdann die kurzen Hölzer, welche zur Unterstützung der Schienengeleise für den einfachen vierräderigen Laufwagen mit der Bauwinde dienen. Kreuzweise übereinander liegende und mit den Rüstbäumen verbolzte Verstrebungen sind zur Verhütung einer Verschiebung in der Längsrichtung erforderlich. Diese Art Rüstung ist abweichend von der sonst gebräuchlichen und hat auch den Uebelstand, daß, da die kurzen Querhölzer unter den Langschienen über die Mauer fortgehen, man nicht ungehindert mit einem von der Winde herabhängenden Seil entlang der Mauer fahren kann, so daß beim Versetzen von Gesimsen 2c. stets alle $1^1/_2$ m z. B. das Seil ganz hoch gewunden und über den Riegel gelegt werden muß, sie hat aber den Vorteil der großen Standsicherheit, da die äußeren Rüstbäume in ganzer Länge durchgehen, daß die Herstellung billig und daß der Abbruch leicht ist; es braucht nach dem Rohbau nur die innere Reihe der Rüstbäume entfernt zu werden, während die äußere zur Ausführung der Fugarbeiten, Abputzen der Werksteine stehen bleiben kann. Ein solches Gerüst genügt selbst für große und ausgedehnte Bauten.

In der obersten Gerüsthöhe legt man neben den Schienengeleisen noch ca. 70 cm breite Laufgänge für die Arbeiter an, welche die Winde fortbewegen sollen, außerdem ist zur Sicherheit der Leute eine Brustwehr nötig.

Die Rüststangen zu vorstehend beschriebener Art des abgebundenen Gerüstes sind unbehauene runde Stämme. Es ist einleuchtend, daß das Abbinden eines Gerüstes leichter ist, wenn man nur vierkantiges beschlagenes Bauholz verwenden kann. Dadurch wird aber auch das Gerüst ungleich teurer. In Fig. 607 bis 609, Taf. 38, ist die Einrüstung einer Fassade dargestellt. Die beiden Rüstbaumreihen tragen je einen starken Holm parallel der Fassade, auf welchem die Längsschienen für das Laufgerüst befestigt ist. Auf dem Laufgerüst befindet sich die ebenfalls bewegliche Bauwinde. Wie aus der Darstellung hervorgeht, kann das Gerüst nur mit Hilfe einer genauen Fassaden- und Schnittzeichnung entworfen werden, da die Stellung der Rüstbäume sich nach den Fensteröffnungen richten muß, durch welche die die beiden Rüstbaumreihen, die äußere und die innere, verbindenden Doppelzangen gelegt werden. Im übrigen dürfte die Anordnung ohne weitere Erklärung klar sein.

§ 147. Das Baugerüst mit Richtebaum.

In den Fig. 610 bis 612, Taf. 38, ist ein Gerüst zum Aufziehen der Hölzer dargestellt.

Fig. 610 zeigt die Vorderansicht; Fig. 611 die Seitenansicht; Fig. 612 die untere Schwelllage.

Das Gerüst besteht aus Schwellen, Pfosten, Streben, Rahmstücken und Balken; dasselbe ist geschoßweise abgebunden und steht auf untergelegten Steinen. Die untergelegte Schwelle a ist nach beiden Seiten hin verlängert, um durch eingesetzte Streben b, b das Schwanken nach der Seite zu vermeiden.

In der Mitte vor dem Richtebaume ist ein Pfahl c eingeschlagen, wodurch das Ausweichen nach vorn verhindert wird. Auf einer besonderen Schwelle d steht der untere Teil des Richtebaumes e, welcher bis in das dritte Stockwerk reicht und mit dem Rahmstück des unteren Stockwerkes verbolzt ist.

Er wird außerdem noch durch die beiden Streben b, b, die mit ihm und den Eckpfosten des Gerüstes verbolzt sind, gehalten.

Eine nochmalige Verstrebung erhält er durch die Streben f, f. Hinter diesem unteren Teile des Richtebaumes steht auf einer besonderen Schwelle g im zweiten Stockwerke der obere Teil oder der eigentliche Richtebaum h, welcher mit dem unteren zusammengebolzt ist. Dieser Baum ist oben abgerundet und mit einem runden Zapfen versehen. Auf dem Zapfen dreht sich ein starkes Stück Holz i. An den Seiten dieses Holzes sind starke vertikale Bohlen angezapft, die oben über dasselbe hinausragen und nach unten so weit verlängert sind, als der abgerundete Teil des Baumes reicht; hier sind sie durch zwei Querhölzer k, k, die den Baum umfassen, zusammengebolzt.

Auf dem drehbaren Teil ruht der „Ausleger", Krahnbalken l, der mit den oberen Enden der Bohlen durch einen Bolzen verbunden, und mit zwei festen Rollen m, m zur Leitung des Taues des Flaschenzuges versehen ist. Zur Sicherung des Auslegers gehen auf jeder Seite an ihm zu den Bohlen zwei eiserne Streben n, n. An den Bohlen sind zwei eiserne Oesen o befestigt, durch welche ein Hebel p gesteckt wird, vermittelst dessen man im stande ist, den Ausleger zu drehen.

Bei Balken und anderen langen Hölzern geschieht dies auf einer Walze, so daß sie leicht hereingezogen werden können.

Das Tau des Flaschenzuges geht von der hinteren Rolle des Auslegers bis auf den Erdboden hinab, wo entweder im Innern des Gerüstes eine Winde aufgestellt, oder eine feste Rolle angebracht ist, welche das Tau bis zu der Stelle leitet, wo die bewegliche Kraft angebracht ist.

In Fig. 613 ist eine etwas andere Anordnung eines Auslegers dargestellt.

Bei dieſem iſt der nicht drehbare obere abgerundete Baum mit einem runden Zapfen verſehen, welcher in einer Pfanne unter dem Krahnbalken läuft.

Mit dem Krahnbalken ſind zwei Hölzer ſo verbunden, daß dieſelben oben ausgeſchnitten und mit dem ſtehenbleibenden Seitenholze den Krahnbalken umfaſſen.

An der vorderen Seite wird letzterer durch ein doppeltes Winkelband geſtützt und an der hinteren Seite iſt eine ſtarke eiſerne Zugſtange angeordnet, welche über den Krahnbalken geht und mit den beiden Hölzern feſt verbunden iſt.

Der Krahnbalken dreht ſich mit ſämtlichen Hölzern um den runden oberen Teil des Richtebaumes.

In der Praxis wird man in den ſeltenſten Fällen von einem ſolchen beſonderen koſtſpieligen Gerüſt für den Richtebaum, Gebrauch machen, ſondern es wird der Richtebaum, in deſſen Beſitz jeder Zimmermeiſter iſt, einfach mit einem gelegenen kräftigen Gerüſtbaum mittels Zangenhölzer und Schraubenbolzen innig verbunden, der betreffende Gerüſtbaum wird dann noch beſonders durch Ketten an das ſchon aufgeführte Mauerwerk gekettet, ſo daß er unbeweglich iſt.

§ 148. Die Gewölberüſtungen.

Zur Ausführung der Gewölbe bedarf man Gerüſte (Lehrgerüſte), welche die einzelnen Gewölbſteine nach der beabſichtigten Wölbungslinie ſo lange unterſtützen, bis die Gewölbe geſchloſſen ſind und ſich ſelber tragen.

Das Lehrgerüſt beſteht aus einzelnen Rippen (Lehrbogen), über welche ein Mantel von Brettern, Latten oder Balken zur Aufnahme der Gewölbſteine gelegt wird. Die Latten ſind, wo ſie nur Anwendung finden können, den übrigen Schalhölzern vorzuziehen, weil ſie ſich der Wölbungslinie mehr anſchließen.

Für kleinere Wölbungen, namentlich zu Mauerbögen, werden die Lehrgerüſtbögen nur aus einfachen oder doppelt zuſammengenagelten Brettern gebildet, und dann an manchen Orten von den Maurern ſelbſt angefertigt. Einige ſolche Gewölbſcheiben zeigen die Fig. 614 bis 617.

Bei Mauerbögen werden ſelten mehr als zwei ſolcher Wölbſcheiben nötig ſein, die man etwas hinter den Stirnen der Bögen zurückliegend aufzuſtellen pflegt. Bei Bögen von 1 bis $1^1/_2$ Stein Tiefe läßt man die Einſchalung fort, Fig. 614, weil hier die Steine durch die Wölbſcheiben ſelbſt Unterſtützung finden.

Eine Einrichtung eines 1,80 m breiten Tonnengewölbes mit Brettbögen und Schalung zeigen die Fig. 616 und 617.

Fig. 618 zeigt einen Lehrbogen aus zwei Brettlagen gebildet. Die Latte a b verhindert bei der Belastung des Lehrbogens das Ausweichen desselben.

Die Schalung besteht aus gewöhnlichen 4 bis 6 cm starken Dachlatten, die mit etwa 2,5 cm breiten Zwischenräumen auf die beiden Lehrbögen gelegt sind. Nur die Lattstücke zunächst an den Gewölbfüßen bedürfen des Festnagelns.

Die Schenkel der Lehrbögen stehen auf je einem Rahmstück, welches seinerseits wieder durch Pfosten unterstützt wird. Damit man den Lehrbogen leicht lösen kann, ohne das Gewölbe selbst einer Erschütterung auszusetzen, sind da, wo der Lehrbogen mit seinen Füßen auf den Rahmstücken aufsteht, zwischen den Fuß und die Unterstützung doppelte Keile angeordnet.

Bogengerüste zu großen Gewölben, Brückenbögen und dergleichen werden aus Ganz-, Halb- oder Kreuzholz regelmäßig verbunden. Sie werden in größerem oder kleinerem parallelen Abstande voneinander, je nach der Last, die sie zu tragen haben, aufgestellt; gewöhnlich ist deren Abstand 1 bis 2 m. Man unterscheidet zwei Arten von Lehrgerüsten, nämlich:

1. gestützte, unterstützte oder feste und
2. hängende, angelehnte oder freitragende Gerüste.

Erstere sind solche, deren Rippen zwischen den Widerlagswänden mehrere Standpunkte haben, letztere die, deren Rippen durch Sprengwerke getragen werden, die sich gegen die Pfeiler oder Widerlager stemmen. Die letzteren sind da nötig, wo auf dem zu überbrückenden Fluß oder der zu überbrückenden Chaussee, während der Bauzeit, Passage stattfinden soll.

Solange man jedoch im Raume nicht beschränkt und die Brücken nicht zu hoch sind, wird man gestützte Lehrgerüste anwenden, dagegen werden bei sehr hohen Brücken freitragende Gerüste genommen.

Bei der Konstruktion und Anordnung der Lehrgerüste ist noch auf folgende Punkte das Augenmerk zu richten:

1. Es soll das Gewölbe während des Baues und bis zur Erhärtung des Mörtels ohne Veränderung seiner Form bleiben.

2. Es soll sich dasselbe in der Art ausrüsten lassen, daß dem Gewölbe die Unterstützung nicht plötzlich, sondern nur nach und nach entzogen wird, damit kein zu rasches Setzen stattfindet.

3. Es soll mit möglichst geringem Holzaufwand die nötige Tragkraft erzielt werden und so, daß womöglich die Hölzer noch zu anderen Zwecken verwendet werden können. Zu empfehlen sind daher Konstruktionen mit Zangenhölzern; ebenso ist die Anbringung von Bleiplatten zwischen die Stoßfläche zweier Hirnhölzer zu beachten. Es liegt in der Natur der Sache, daß Gewölbe, je nach der Weite der Mörtelfugen und ihrer Anzahl, nach der sorgfältigen oder weniger sorgfältigen Ausführung der Wölbsteine, je nach dem Verhältnis und Weite und Pfeilhöhe, sich während des Baues und nach der Ausrüstung mehr oder weniger am Scheitel senken. Soll das Gewölbe auch nach der Ausrüstung der gewählten Wölbungslinie möglichst nahe kommen, so muß schon bei Anlage der Lehrgerüste auf diese Senkung gerechnet werden.

Es sei W die Spannweite, H die Bogenhöhe, s die Senkung, so ist:

$$s = \frac{W - H}{x},$$

wo x ein aus der Erfahrung abgeleiteter Koeffizient ist.

Für feststehende Gerüste ist

1. $x = 135$ bei Backsteinmauerwerk und
2. $x = 200$ bei Hausteinmauerwerk zu nehmen.

Für freitragende Lehrgerüste hat man für Backsteinmauerwerk

3. $x = 60$, und für Hausteinmauerwerk
4. $x = 80$ zu nehmen.

Angenommen, ein auszuführendes Gewölbe habe 13 m Spannweite, 2,5 m Pfeilhöhe, so wird die Ueberhöhung des Wölbungsbogens bei Anwendung eines feststehenden Gerüstes und Benutzung von Backsteinen zum Wölben

$$s = \frac{13 - 2{,}5}{135} = 0{,}077 \text{ m}.$$

Würde das Gewölbe in Hausteinen ausgeführt, so wäre

$$s = \frac{13 - 2{,}5}{200} = 0{,}052 \text{ m}.$$

Bei Anwendung eines freitragenden Gerüstes und Backsteinen wird

$$s = \frac{13 - 2{,}5}{60} = 0{,}175 \text{ m}.$$

und bei Quadern

$$s = \frac{13 - 2{,}5}{80} = 0{,}131 \text{ m}.$$

Das Setzen der Bögen wird auch angenommen für halbkreisförmige Bögen zu 0,007 und für flache Bögen zu 0,01 der Spannweite.

Die Konstruktion der Lehrgerüste lernt sich am besten an guten Mustern, und es sind deshalb auf 619 bis 625, Taf. 39, mehrere Beispiele von Lehrgerüsten gegeben. In den Fig. 619 bis 621 sind unmittelbar unterstützte Lehrgerüste für verschiedene Spannweiten, in Fig. 622 bis 625 dagegen Lehrgerüste mit Zuhilfenahme von Hängewerks- und Sprengewerkskonstruktionen dargestellt, welche einer besonderen Erläuterung nicht bedürfen.

Der wichtigste Punkt, welchen man mit bei Aufstellung jeglichen Lehrgerüstes zu beachten hat, ist die Fürsorge für eine gleichmäßige und möglichst langsam vor sich gehende Ausrüstung desselben. In den auf Tafel 39 dargestellten Figuren ist dies durch Einschieben von je zwei aufeinander liegenden Keilen geschehen. Die Keile haben häufig den Nachteil, daß sie sich bei sehr starker Belastung festklemmen, weshalb man ihre schrägen Gleitflächen einschmiert. Ein anderes Mittel für eine gleichzeitige Ausrüstung besteht in der Anwendung von Sandsäcken. Die Lehrbögen werden auf gefüllte Sandsäcke aufgesetzt, doch müssen sie während der Bauzeit noch auf kurzen Hölzern a ruhen, welche sich leicht kippen lassen. Nach dem Umkippen dieser Hölzer liegt der Lehrbogen unmittelbar auf dem Sandsack, der nun geöffnet wird und seinen Inhalt ergießt. In Fig. 626A ist diese Art der Ausrüstungsvorrichtung dargestellt. Es ist hierbei noch der Vorteil, daß man bei feuchtem Wetter die Sandsäcke auch erst vor dem Ausrüsten einlegen kann, da der Lehrbogen auf den Hölzern a ruht. Vorteilhaft ist auch die Anwendung von Sandtöpfen. Der aus Eisenblech hergestellte Sandtopf hat vier Ausströmungsöffnungen; der zugehörige Stempel aus Hartholz ist mit eisernen Reifen an beiden Enden beschlagen. Der Sand tritt aus den kleinen Oeffnungen heraus, es darf nur trockener Sand verwendet bezw. muß für dessen Trockenerhaltung gesorgt werden.

Fig. 626B stellt einen Sandtopf dar. — Die Ausrüstung mittels Schrauben kommt selten vor und ist in ihrer Anwendung einfach.

Dreizehntes Kapitel.

Die hölzernen Brücken.

§ 149. Allgemeines.

Ueber die Lehre vom Brückenbau ist eine große und umfangreiche Litteratur vorhanden, welche aber wegen der Wichtigkeit und Ausdehnung des Lehrstoffes viel zu schwierig zum Verständnis für den angehenden Zimmermann ist, auch sind diese Schriften nicht dazu bestimmt, den Zimmermann in möglichster Kürze davon zu unterrichten, was er für seine Praxis braucht.

Es kann hier nur von einer gedrängten Abhandlung die Rede sein, die, auf allgemeine Grundregeln sich beziehend, das Nötigste über Anlage, Anordnung und die einfachen Grundformen der hölzernen Brücken vorträgt.

Der Zweck aller Brücken ist die Herstellung der Kommunikation über Flüsse, Schluchten, Moräste ꝛc. Schon der Zweck der Brücke, vorzüglich aber die damit verbundene Vorstellung und Erwägung der Verantwortung und des Unglückes, welches durch unüberlegte und fehlerhafte Anlage entstehen kann, machen die größte Sorgfalt für die Festigkeit und Dauer derselben notwendig.

Man hat daher schon bei der Wahl des Ortes und der Stelle, wo und über welchen Fluß u. s. w. eine Brücke erbaut werden soll, ganz besondere Erwägungeu zu ziehen und danach die eigentliche Art und Weise des Baues derselben hinsichtlich ihrer Größe und Höhenlage zu bestimmen.

Bei jeder Brückenanlage ist zu erwägen:

a) der Zustand des Baugrundes und des Flußbettes;
b) die Tiefe und Geschwindigkeit des Flusses;
c) die Breite desselben;
d) der Wechsel des Wassers über dem gewöhnlichen Wasserstand;
e) die Höhe und Art der Ufer;
f) die Stärke des Eisganges;
g) die zu Gebote stehenden Holzarten in Ansehung ihrer Art sowohl ihrer Längen und Stärken.

Die Anwendung hölzerner Brücken ist nur im höchsten Notfalle gestattet und auf nachfolgende Fälle beschränkt:

1. bei Straßen, die wenig befahren werden;
2. über wenig reißende Flüsse mit geringem Eisgange;
3. wo sie ohne Unterstützung von unten, durch weniger holzreiche Sprengwerke, wohin auch hölzerne Bogenverbindungen gehören, erbaut werden können;
4. als sogenannte Notbrücken, welche bloß vorübergehend dienen sollen.

Man teilt die hölzernen Brücken im allgemeinen in gewöhnliche Balkenbrücken, Jochbrücken, Häng- und Sprengwerksbrücken, Bogenbrücken und in Gitterbrücken.

Die Brücken sollen nie eine zu große, der Schönheit allein huldigende, sondern stets nur eine dem Zwecke angemessene Breite erhalten, weil größere Breite ihnen allemal nachteilig wird.

Die Breite betrage: für Straßenbrücken bei einfacher Bahn 3,0 bis 3,75 m, mit besonderen Fußwegen 5,00 bis 5,60 m; sollen sich zwei Wagen ausweichen können, 6,00 bis 7,50 m, und wenn außerdem noch Fußwege zur Seite liegen, 8,00 bis 10,50 m.

Für Eisenbahnbrücken: Weite eines Geleises 1,435 m für Vollspurbahn; Entfernung zweier Geleise von Mitte zu Mitte nicht weniger als 3,50 m, besser 4 m, ebenso müssen alle baulichen Anlagen mindestens 2 m von Geleismitte entfernt sein; mithin geringste lichte Breite einer Brücke mit zwei Geleisen 7,50 bis 8 m; für ein Geleise = 4 m.

Soll ein Mann bequem neben dem Zuge auf der Brücke stehen können, so hat man hierfür 50 cm Mehrbreite zu nehmen. Trottoirs werden mindestens 1,25 bis 1,5 m breit angelegt. Die Höhenlage der Brücke muß so angeordnet werden, daß die Unterkante der Fahrbahn mindestens 0,50 bis 0,60 m über dem höchsten Wasserstande liegt und daß bei Sprengwerksbrücken die Streben nicht vom höchsten Wasserstande erreicht werden.

Die größte zufällige Belastung für Straßenbrücken beträgt pro Quadratmeter 250 bis 300 kg, besser nimmt man aber stets 400 kg an als Belastung bei Menschengedränge; das Eigengewicht des doppelten Bohlenbelages und der Balken 200 bis 350 kg.

Die größte Belastung für den Bohlenbelag einer Holzbrücke findet statt, wenn das Rad eines schweren Frachtwagens auf seiner Mitte steht; Gewicht eines solchen 5000 bis 7500 kg.

Bei Eisenbahnbrücken ist die Last der darüber gehenden Züge anzunehmen.

§ 150. Die gewöhnliche Balkenbrücke.

Die einfachste Konstruktion hölzerner Brücken besteht darin, daß die Balken von einer Unterlage zur anderen so gelegt werden, daß sie alle parallel mit der Brückenachse und soweit voneinander entfernt sind, um die quer über die Balken gelegten Bohlen, welche die Brückenbahn bilden, genügend zu unterstützen.

Besteht die Brücke nur aus einer einzigen Oeffnung, so ruhen die Balkenenden unmittelbar auf den Wänden oder Mauern (Widerlager), welche den Straßendamm gegen den Durchfluß abschließen.

Die einfachen Brückenbalken werden auf eine größere Entfernung als 3,75 bis 6,25 m nicht frei gelegt.

Ist die Durchflußweite eine größere, so werden die Balken künstlich verstärkt (§ 20 und 21).

Bei einer freiliegenden Länge von 3,75 m nimmt man Balken, welche 24 cm breit und 30 cm hoch sind, wobei die Balkenweite von Mitte zu Mitte 0,80 bis 0,90 m beträgt. Balken von 6,25 m freiliegender Länge müßten mindestens 29 cm breit und 35 cm hoch werden.

Bezeichnen wir mit P das Gewicht, welches ein Balken gleichförmig über seine Länge verteilt zu tragen im stande ist, mit s den Festigkeitskoeffizienten (§ 58), die Breite mit b und die Höhe mit h in Zentimetern, sowie die freiliegende Länge des Holzes mit l in Zentimetern, so ist nach § 58, Nummer 8:

$$P\,l = 8\,W\,s,$$ setzt man hier

$$W = \frac{b\,h^2}{6},$$ so ist

$$P = 8\frac{b\,h^2}{6} \cdot \frac{s}{l}$$

und man nimmt bei zehnfacher Sicherheit gegen Bruch

für Eichenholz $s = 70$
„ Kiefernholz $s = 66$
„ Tannenholz $s = 48$.

Den Brücken gibt man der Sicherheit wegen eine Stärke, welche vollkommen ausreicht, die doppelte Belastung zu tragen, so daß sie eine 20fache Sicherheit darbieten und keine Einbiegung erleiden. Wir haben daher in obige Formel für Kiefernholz $s = 33$ zu setzen. Nehmen wir als größte Belastung inkl. Eigengewicht pro Quadratmeter 500 kg und

die Entfernung der Balken von Mitte zu Mitte = 0,78 m, so ist bei einer Länge des Balkens von 1 Meter

$$P = 0{,}78 \cdot \frac{1}{100} \cdot 500, \text{ und jetzt erhält man}$$

$$0{,}78 \cdot \frac{1}{100} \cdot 500 = \frac{8}{6} \cdot 33 \frac{b h^2}{l} \text{ oder}$$

$$3{,}9\, l^2 = 44\, b\, h^2 \text{ und somit}$$

$$l = 3{,}36\, h \cdot \sqrt{b}.$$

Für b = 21 und h = 30 cm ist:

$$l = 3{,}6 \cdot 30 \cdot \sqrt{21} = 461 \text{ cm}.$$

Für b = 28 und h = 35 cm ist:

$$l = 3{,}36 \cdot 35 \cdot \sqrt{29} = 633 \text{ cm}.$$

Es ist vorteilhaft, eine ungerade Anzahl Balken zu nehmen, damit in der Mitte der Brücke ein Balken zu liegen kommt; auch legt man öfter in der Mitte zwei Balken ganz nahe zusammen, Fig. 627, Taf. 40, was namentlich dann zu empfehlen ist, wenn die Breite der Fahrbahn über 6,25 m beträgt.

Die Widerlager oder Stirnwände werden meistens massiv hergestellt. Ihre Stärke berechnet man alsdann nach dem Druck der Hinterfüllungserde wie bei Futtermauern.

Bezeichnet h die Höhe der Stirnmauer, Fig. 628

b die obere, B die untere } Stärke der Mauer,
m die Böschung der Vorderfläche,

so ist nach Redtenbacher:

m =	$^1/_5$	$^1/_6$	$^1/_8$	$^1/_{10}$	$^1/_{12}$	0
B =	0,308 h;	0,301 h;	0,294 h;	0,291 h;	0,289 h;	0,285 h.
b =	0,108 h;	0,135 h;	0,169 h;	0,191 h,	0,206 h;	0,285 h.

Für den praktischen Gebrauch können wir annehmen:

B = 0,3 h, wobei die vordere Böschung bei Ziegeln nicht über $^1/_{18}$ h, bei Hausstein $^1/_{12}$ h zu nehmen ist.

Wird das Widerlager aus einzelnen Absätzen aufgeführt, so müssen letztere nach dem Erdreich hin liegen, Fig. 629.

Die hölzernen Stirnwände sind Bohlwerke, welche aus folgenden Teilen bestehen: die Bohlwerkspfähle, die Holme, die Verschalung oder die Bohlenwand, die Spundwand, die Erdanker und Ankerpfähle.

Die Bohlwerkspfähle sind am meisten der Fäulnis ausgesetzt, man muß daher für kleinere Pfähle Eichenholz, für Pfähle von bedeutender Länge aber Kiefern- oder Lärchenholz wählen.

Damit die Pfähle dem Drucke des Hinterfüllungsgrundes genügenden Widerstand leisten, müssen sie in weniger festem Grunde auf ihre halbe Länge eingerammt werden; bei festem Grunde ist indessen auch eine weniger tiefe Einrammung hinlänglich.

Die Stärke der Pfähle beträgt $^1/_{14}$, $^1/_{18}$, $^1/_{22}$, $^1/_{26}$, $^1/_{30}$ der Länge, je nachdem der Pfahl 4,75, 5,6, 7,5, 9,5 oder 11,3 m lang ist. Die Entfernung der einzelnen Pfähle voneinander richtet sich nach der Stärke der Bohlen, die man zur Verschalung wählt; letztere sind gewöhnlich 6,5 bis 8 cm stark, und alsdann werden die Pfähle ziemlich allgemein in einem Abstande 0,9 bis 1,1 m von Mitte zu Mitte eingerammt; besser ist es aber, wenn die Entfernung der Pfähle mit der der Balken übereinstimmt, Fig. 630, Taf. 40.

Man gibt ihnen auch gewöhnlich eine Neigung von $^1/_{12}$ der Höhe, damit sie dem Erddruck um so besser Widerstand leisten können.

Die Bohlwerkspfähle werden untereinander durch einen Holm a, Fig. 630, worin sie verzapft sind, verbunden.

Da, wo zwei Holme zusammenstoßen, geschieht dieses durch den schrägen Hakenkamm oder durch den Stoß mit eisernen Schienen.

Gegen die Pfahlwand lehnt sich die Verschalung; sie besteht aus 6,5 bis 8 cm starken Bohlen, die horizontal übereinander liegen und mittels eiserner Nägel gegen die Pfähle befestigt sind. In Fig. 630 sind über die Fugen der Bohlen noch Latten genagelt, welche aber sehr wohl entbehrt werden können.

Bei geringer Wassertiefe schiebt man die Bohlen horizontal herab und befestigt sie; bei einer Wassertiefe, die mehrere Meter beträgt, wird dies jedoch in solcher Weise nicht mehr möglich sein. Man verbindet daher die einzelnen Bohlen vorher mittels aufgenagelter Leisten zu Tafeln, welche die Höhe bis zum kleinsten Wasser haben, und die fachweise eingesetzt werden. Bei größerer Wassertiefe vor dem Bohlwerke, sowie auch bei heftiger Strömung wird bis in die Höhe des kleinsten Wassers eine ordentliche Spundwand a, Fig. 631, Taf. 40, eingerammt, und der obere Teil der Bohlenwand wie früher hergestellt.

Zur Hinterfüllung der Bohlwerke eignet sich am besten Thonerde und Lehm; auch reiner Kies mit Thon vermengt, ist nicht unzweckmäßig. Dagegen sind Erdarten, welche vegetabilische und animalische Stoffe enthalten, sehr nachteilig.

Man ſollte in allen Fällen bei der Anlage der Bohlwerke, wo zu der Hinterfüllung nicht hinreichend gutes Material vorhanden iſt, hinter die Bohlenwand eine Lettenwand bringen, deren Stärke jedoch mindeſtens 0,50 bis 0,60 m betragen muß.

Wenn die Bohlwerkspfähle auf 2,5 m und darüber frei ſtehen, ſo können ſie leicht durch den Druck der Hinterfüllungserde vorgebogen werden, und ſind alsdann durch Erdanker feſtzuhalten.

Fig. 631, Taf. 40, ſtellt die Anſicht und den Durchſchnitt eines Bohlwerks mit Erdanker dar. Die Bohlwerkspfähle b ſind auf zwei Dritteile ihrer Höhe durch doppelte Erdanker c an den Ankerpfahl d vermittelſt Eiſenbolzen und dem hinter dem Ankerpfahl angebrachten Querriegel e durch Ueberblattung befeſtigt.

Die Erdanker ſind mit den Pfählen b durch eiſerne Zugbänder verbunden und ſitzen unmittelbar unter dem Gurtholz, welches mit den Pfählen verbolzt iſt.

Die Verankerung wird nicht an jedem Bohlwerkspfahle, ſondern je an dem zweiten Pfahle und bisweilen ſogar nur an dem dritten Pfahle angebracht. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß die Ankerpfähle in dem gewachſenen Boden unter der natürlichen Böſchung feſtſtecken müſſen.

Erreicht das Bohlwerk eine Höhe von 4,7 bis 5,6 m, ſo werden zwei Erdanker angebracht, der eine möglichſt gleich über dem Niederwaſſer, der andere möglichſt hoch, wie die Fig. 632 und 633, Taf. 40, zeigen. Die Befeſtigungen der Ankerbalken an die Bohlwerks- und Ankerpfähle ſind aus den Zeichnungen erſichtlich.

Die Teile der Bohlwerkspfähle, welche über dem niederſten Waſſer herausſtehen, werden wegen des immerwährenden Wechſels von Näſſe und Trockenheit am erſten von der Fäulnis angegriffen, alſo auch bald ganz unbrauchbar, und müſſen, obſchon der unter dem kleinſten Waſſer befindliche Teil dieſer Pfähle noch geſund und wohl erhalten ſein wird, durch aufgeſetzte Pfähle erſetzt werden. Man pflegt deshalb häufig die Bohlwerkspfähle unter dem kleinſten Waſſer abzuſchneiden, eine Art von Unterbau zu bilden und die eigentliche Wand auf dieſem aufzuſetzen, welche man leicht wegnehmen kann. Fig. 639, Taf. 41, zeigt eine Konſtruktion dieſer Art, welche ſehr zweckmäßig erſcheint, indem ſchadhaft gewordene Teile der Wand leicht durch neue erſetzt werden können, wenn man zuvor die Brückenbahn abſteift.

Eine ähnliche Anordnung zeigt auch die Fig. 640 u. f. auf Taf. 41. Hinter dem Bohlwerk befindet ſich eine ganze Fahrſtraße mit 3,50 m

Trottoir und 8,0 m breiter Fahrbahn. Die oberen Pfähle a sind einzeln an einem Querholz b verbolzt, stehen oben und unten mit Zapfen in den Holmen c und c_1. Jeder zweite Pfahl wird durch eine Kette nach dem Erdbock d verankert. Wie die Konstruktion zeigt, sind die oberen Pfähle mit Leichtigkeit auszuwechseln. Hinter den Pfählen ist naturgemäß eine Bohlenwand angebracht. Die Straßenkrone liegt 2,50 m über Hochwasserstand. Im übrigen ist die Konstruktion klar; es stellt dar:

Fig. 640 Schnitt.

Fig. 641 Ansicht des Bohlwerks.

Fig. 642 oberer Teil der oberen Pfähle.

Fig. 643 Erdbock d.

Fig. 644 Aufsatz der oberen Pfähle.

Die Fahrbahn kann bestehen:

a) Aus einem einfachen oder doppelten Bohlenbelag aus Eichenholz; der Unterbelag 11 cm, der Oberbelag 8 cm stark. Da die Fuhrwerke gewöhnlich die Mitte der Fahrbahn benutzen, so wird der obere Belag auch meistens nur für die Mitte der Brücke angeordnet.

Es muß alsdann für die Radstöße im Oberbelag auf je 3 bis 3,5 m Entfernung eine Bohle beiderseits 16 bis 18 cm vor den übrigen vorgestreckt werden, Fig. 634, Taf. 40.

Der untere Belag dauert in der Regel 8 bis 10 Jahre, der obere 2 bis 5 Jahre, je nach der Stärke des Verkehrs.

b) Aus einem Bohlenbelag mit Kiesdecke; der Belag 11 cm stark von Eichenbohlen; darauf folgt dann am besten eine Lehmschicht von 6 cm, alsdann die Kiesschicht von 16 bis 20 cm Höhe.

c) Aus einer Ueberpflasterung. Diese Konstruktion hat sich gut bewährt, nur hat dieselbe den Nachteil, daß die Brückenbalken eine sehr starke Belastung erhalten, wodurch für dieselben eine bedeutende Stärke bedingt wird. Auf den 11 cm starken Bohlenbelag kommt zuerst ein Lehmschlag von 12 cm stark, Fig. 671, Taf. 43, der nach der Mitte hin etwas höher ist und welcher den Zweck hat, die Feuchtigkeit von dem Holze abzuhalten.

Auf den Lehmschlag, unmittelbar unter das Pflaster, kommt eine 11 cm hohe Sandschüttung. Die Pflastersteine sind 13 bis 19 cm hoch und dürfen nicht unregelmäßig sein.

An den Seiten der Fahrbahn beträgt die gesamte Höhe der Pflasterung 37 cm, in der Mitte 50 cm.

Die Begrenzung der Bahn geschieht durch den Bordbalken in Fig. 671.

Um eine längere Dauer des Belags zu erzielen, hat man öfter eiſerne Schienen 5 cm breit und 2,5 cm ſtark auf den mittleren Belag befeſtigt und in ſolchen Entfernungen, daß der Zwiſchenraum von je zwei Schienen 5 cm beträgt.

Dieſe Anordnung zum Schutze der Brücke iſt ſehr koſtſpielig und hat außerdem den Erwartungen nicht entſprochen. Beſſer iſt es, wenn man nach Fig. 635 gußeiſerne Längsſchienen in einer Entfernung gleich der Spurweite von 1,36 m von Mitte zu Mitte anbringt. Die Schienenſtücke ſind 1,9 bis 2,5 m lang und an den Enden der Brücke etwas erweitert, damit die Wagen bequem einfahren können.

Damit die Brückenbalken nicht ſo raſch faulen, nagelt man 5 bis 8 cm ſtarke Stirnbohlen an die Stirnen derſelben und umhüllt die Balkenköpfe mit Lehm, Fig. 629 und 636. Dieſe Anordnung erfüllt indeſſen ihren Zweck nur unvollkommen, ſondern es iſt zur Herſtellung eines möglichſt dauerhaften Oberbaues vorzugsweiſe darauf Rückſicht zu nehmen, daß ſämtliches zur Verwendung kommende Holzwerk von der Luft allerſeits umſpült wird. In Fig. 637 und 637 A, Taf. 40, iſt a die Mauerlatte, welche auf untergelegten Bohlſtücken b liegt. Auf die Brückenbalken c ſind Lattenſtücke d in kleinen Abſtänden genagelt, um den im Intereſſe der Balken angeordneten Schutzbohlen e als Auflage zu dienen. Auf dieſen letzteren liegt der eigentliche Brückenbelag f.

Die Geländer werden von Holz oder Schmiedeeiſen, ſelten von Gußeiſen, 0,9 bis 1,7 m hoch konſtruiert. Die hölzernen Geländer teilt man ein in:

1. Bockgeländer, Fig. 627, 628 und 638.
2. Blattſtielgeländer, Fig. 634 und 637 A.

§ 151. Die Jochbrücken.

Iſt die Entfernung von einem Widerlager zum anderen ſo groß, daß die Balken ſich einbiegen oder ihrer Länge nach aus mehreren Balken beſtehen müſſen, ſo werden zu weiterer Unterſtützung derſelben zwiſchen den Widerlagern beſondere Unterſtützungen durch Holzwände oder Steinpfeiler angebracht, welche allgemein Joche genannt werden.

Die einfachen Joche beſtehen aus nur einer Pfahlreihe, die zuſammengeſetzten aus mehreren Pfahlreihen nebeneinander, welche untereinander zu einem Ganzen verbunden werden.

Die Stärke der Jochpfähle richtet sich nach der Höhe der Jochwand über dem Boden und wird in der Regel wie folgt angenommen:

Bei einer Höhe von 1,8 bis 3,1 m 21 bis 27 cm.

„ „ „ „ 3,4 „ 6,3 „ 29 „ 32 „

„ „ „ „ 6,6 „ 9,4 „ 35 „ 37 „

Diesen Stücken entsprechend ist eine Entfernung der Jochpfähle von Mitte zu Mitte von 0,78 bis 0,95 m angenommen.

Gewöhnlich wird zu den Pfählen kantig bearbeitetes Eichenholz verwendet. Findet Kiefernholz Anwendung, so werden dieselben rund belassen und nur von der Rinde befreit.

Das einfachste Joch ist in Fig. 645, Taf. 41, in der Ansicht und im Durchschnitt dargestellt. Außer dem vermittelst Keilzapfen auf die Pfahlköpfe befestigten Holm b ist keine weitere Verbindung der Pfähle untereinander angebracht. Der Holm kann auch auf gewöhnliche Weise mit den Pfählen verzapft werden, nur sind alsdann eiserne Schienen nach Fig. 646 und 647, Taf. 41, anzuordnen.

Wenn Eisgang zu befürchten ist, dann bekommen die Pfähle auf jeder Seite eine 6 bis 8 cm starke Bohlenbekleidung, Fig. 648. Bei einer freien Höhe der Jochpfähle von 3 bis 4,7 m muß eine Verankerung mit Zangen c, Fig. 649, eintreten.

Eine noch solidere Konstruktion erhält man, wenn außer den horizontalen Zangen noch Bohlen in schräger Richtung nach Fig. 650 an die Jochpfähle mit starken eisernen Nägeln befestigt werden.

Den Ortspfählen a, Fig. 651, gibt man eine schräge Stellung und läßt die Holme circa 0,62 m über denselben hinausragen.

Wenn die Jochweite größer als 7,5 m wird, dann ordnet man Joche mit zwei Pfahlreihen nach Fig. 652, Taf. 41, an.

Ueber 11 m Jochweite werden drei Pfahlreihen angeordnet.

In den Fig. 652 und 653 sind die Zangen a, welche einen innigen Zusammenhang der Jochpfähle untereinander erzielen, in horizontaler Richtung angeordnet, doch ist einleuchtend, daß dieselben ebenso gut in diagonaler Richtung an die Pfähle befestigt werden können. Viele geben dieser letzteren Anordnung den Vorzug.

Wenn die Jochpfähle einer Brücke oben von der Fäulnis angegriffen, hingegen unten noch gut erhalten sind, dann werden bei ganz niedrigem Wasser die alten Pfähle soweit als sie verfault sind, in einer Horizontalebene abgeschnitten, alsdann ein Holm a, Fig. 654, aufgezapft, welcher die aufgesetzten Jochpfähle b, b aufnimmt. Zur Verbindung der Pfähle bringt man noch die Zange c an.

§ 152. Die Verstärkungen der Brückenbalken.

Die Verstärkungen der Balken sind früher im dritten bis fünften Kapitel weitläufig besprochen und wir können daher, um Wiederholungen zu vermeiden, auf das dort Gesagte verweisen. Der Uebersichtlichkeit wegen sollen hier die üblichen Verstärkungen nochmals kurz mit einigen Bemerkungen erwähnt werden.

1. Das feste Anspannen der Brückenbalken.

Ein Brückenbalken wird, an seinen Enden fest eingespannt, eine doppelte Tragfähigkeit haben, als wenn er an seinen Enden nur frei aufliegt. Das Anspannen der Brückenbalken a. ihren äußersten Enden kann sehr einfach durch eine Verbindung derselben mit Ankerpfählen d nach Fig. 656, Taf. 42, geschehen.

Fig. 655, Taf. 41, stellt die Verspannung der über einem Jochpfeiler gestoßenen Brückenbalken dar, wobei sowohl hinter als vor den Mauerschwellen b Holzklötze, welche fest an dieselben schließen, angebracht und außerdem die beiden Enden der Balkenträger a durch übergelegte Eisenbänder untereinander verbolzt sind.

2. Die Unterstützung der Balken durch untergelegte Sattelhölzer. (§ 52. Taf. 7.)

Die Sattelhölzer an den Enden der Balken sind 2,2 bis 2,5 m lang und ruhen bei massiven Pfeilern gewöhnlich auf zwei [illegible] unvermauerten 18/18 bis 22/22 cm starken Mauerlatten.

Die Sattelhölzer auf den Mittelstützen (Jochen) der Brücken werden 3 bis 3,5 m lang; werden sie noch durch Kopfbänder unterstützt, so kann ihre Länge 4,4 bis 5,6 m betragen, so daß also hierdurch die Spannweite der Balken zwischen ihren Stützpunkten bedeutend vermindert wird. Die Sattelhölzer müssen stets mit den darüber liegenden Balken verzahnt oder verdübelt und verbolzt sein.

3. Die verzahnten und verdübelten Brückenbalken (§ 20 und 21, Taf. 2 und 3).

Die Entfernung der verzahnten Balken beträgt 0,95 bis 1,1 m von Mitte zu Mitte. Es lassen sich damit Brückenöffnungen von 9 bis 10 m weit herstellen, wenn die Stärke der Balken $^1/_{12}$ bis $^1/_{14}$ ihrer freiliegenden Länge beträgt.

Ist die Brückenöffnung weiter als 10 m, so müssen noch Sattelhölzer angebracht werden.

Die Brücken mit verzahnten Seitenträgern können bis zu einer Weite von 11,5 m hergestellt werden, wenn die Träger 60 bis 80 cm

hoch und 30 cm breit sind. Die Seitenträger tragen einen Unterzug, und da dieser nicht wohl über 6,25 m weit frei liegen darf, so ist man mit der Breite der Brücke beschränkt.

Die Fig. 680 und 681, Taf. 44, zeigen eine Brücke für Fußgängerverkehr mit verzahnten Seitenträgern und zwar Fig. 680 in der Ansicht, Fig. 681 im Grundriß.

4. Die armierten Brückenbalken.

Statt der verzahnten und verdübelten Träger kann man auch mit Vorteil den in § 22 beschriebenen und auf Taf. 3, Fig. 92, gezeichneten armierten Balken anwenden.

5. Die linsenförmigen Träger, § 62, spielen im Brückenbauwesen eine wichtige Rolle, und es sind vielfach Brücken in Holz und Eisen mit linsenförmigen Trägern ausgeführt. Entweder wird jeder Balken linsenförmig gestaltet oder nur die Seitenträger, welche dann einen Unterzug tragen, auf welchem die Brückenbalken ruhen.

§ 153. Die Hängwerksbrücken.

Werden die Träger einer Brücke durch Hängwerke getragen, so nennt man eine solche Brücke eine Hängwerksbrücke.

Bei Straßenbrücken sind in der Regel nur zwei Hängwerke auf beiden Seiten angebracht, so daß sie zugleich die Geländer ersetzen, während bei Eisenbahnbrücken für doppelte Schienengeleise zuweilen noch ein drittes Hängwerk in der Mitte der Brücke angebracht wird, damit die mit den Hängsäulen verbundenen Unterzüge, auf welchen die Brückenbalken liegen, nicht zu weit frei liegen.

Nach der gewöhnlichen Konstruktionsart der Hängwerksbrücken werden an jeder Hängsäule die zur Unterstützung der Brückenbalken dienenden Unterzüge mittels Hängeisen befestigt, und da die Unterzüge nicht wohl über 5,5 bis 6,25 m frei liegen können, so ist die Breite der Brücke beschränkt.

Dem Hängwerk ist eine der Spannweite entsprechende Höhe zu geben. Die Höhe ist abhängig von dem Neigungswinkel der Hängstreben und von der Entfernung der Hängsäulen, welche nicht über 4,7 bis 5,5 m genommen werden darf.

Der kleinste Winkel der Streben gegen den Horizont ist allgemein 22^0 angenommen, so daß die Höhe der Hängsäule in der Horizontalprojektion der Strebe circa $2^1/_2$ mal enthalten ist.

Bei einem 1,25 m hohen Geländer ist daher die größtmögliche Weite der Brücke für ein einfaches Hängwerk circa 6,25 m; für ein doppeltes circa 9,4 m.

Wird die Spannweite über 11,3 m, so werden horizontale Versteifungen unter den Balken durch Windkreuze erforderlich.

Hängwerke von mehr als 1,8 m Höhe müssen seitlich verstrebt, und bei mehr als 3 bis 3,8 m Höhe durch mindestens 4 m hoch angebrachte, quer über die Brückenbreite gehende Zangen verankert werden.

Brücken solcher Konstruktion sind bis 30 m Spannweite ausführbar.

Die in den Fig. 656 bis 658, Taf. 42, dargestellte Hängwerksbrücke mit doppeltem Hängbock hat eine Spannweite von 10,35 m und eine Breite (zwischen den Hängböcken) von 5 m. Die Fahrbahn von 3 m Breite besteht aus einem doppelten Bohlenbelag aus Eichenholz; der Unterbelag 11 cm, der Oberbelag 8 cm stark; für die Radstöße sind im Oberbelag beiderseits Bohlen 16 cm vor dem übrigen vorgestreckt.

Die nur 3,45 m weit freiliegenden Brückenbalken a werden durch die Unterzüge b, b und die Stirnjoche c, c unterstützt. Diese Joche haben hier keine Flügelwände, weil das Ufer mit einem Bohlwerk versehen ist.

Die Brückenbalken sind hinter ihrer Auflage auf dem Holme g mittels Eisenbänder mit einer Schwelle e verbolzt. Diese Schwelle liegt hinter Ankerpfählen d, an denen auf der Rückseite Knaggen angebolzt sind, auf denen die Schwelle e ruht.

Durch diese Anordnung können die Balken als fest eingespannt betrachtet werden, wodurch bekanntlich ihre Tragfähigkeit sich bedeutend vermehrt.

Die Stärken der Hölzer sind in den Figuren angegeben.

In Fig. 659 ist ein besonderer Spannbalken m für das Hängwerk angeordnet, wodurch der Hängwerksbalken mehr geschont wird.

In den Fig. 660 bis 663, Taf. 42, ist eine Hängwerksbrücke mit dreifachem Hängbock dargestellt. Fig. 660 zeigt die Ansicht; Fig. 661 einen Querschnitt; Fig. 662 und 663 auf Taf. 42 und 664 auf Taf. 43 Einzelheiten.

Die Spannweite der Brücke beträgt 15 m, so daß die Entfernung der in gleichen Abständen voneinander angebrachten drei Hängsäulen b, b 3,75 m ist. Die Hängsäulen bestehen aus zwei miteinander verbolzten Hölzern, welche die Streben des Hängwerks umfassen.

Den äußeren Streben c, c ist ein einfacher Spannriegel d in der Höhe ihres Ansatzes an den Hängsäulen entgegengesetzt, welcher durch

die mittlere Hängsäule geht und die nötige Verstärkung gegen das Einbiegen durch eine darüber gelegte Pfette e erhält, welche auf die ganze Länge der Brücke geführt ist und von den darüber hinaus verlängerten doppelten Hängsäulen umschlossen wird. Die Streben sind an ihren unteren Enden durch Zugbänder mit den Hängwerksbalken f verbunden. Letztere, sowie die Balken der Brücke, ruhen an ihren Enden nicht unmittelbar auf den Mauerlatten der Stirnpfeiler, haben vielmehr zur Vermehrung ihrer Steifigkeit Sattelhölzer von 2,30 m Länge.

Die Breite der Brücke zwischen den Hängsäulen beträgt 6,25 m, so daß sich zwei Wagen bequem ausweichen können. Die Unterzüge sind durch Sattelhölzer g von 2,25 m Länge verstärkt, so daß der einfache Teil des Unterzuges nur 4,7 m frei liegt.

Zur Verspannung der Fahrbahn sind unter den Brückenbalken Kreuzzüge i angebracht, welche, von den Unterzügen als Basis ausgehend, sich überblatten und an die Brückenbalken verbolzt sind. Fig. 661 und 664 auf Taf. 43.

Bei der Konstruktion ist vorzugsweise darauf Rücksicht genommen, daß sämtliches zur Verwendung kommende Holzwerk von der Luft allerseits vollkommen umspült wird, um solchergestalt die Dauer der Brücke möglichst zu verlängern (§ 140).

Die Hängwerke sind durch 4,10 m hoch angebrachte, quer über die Brückenbreite gehende Zangen a verankert.

Zwischen den Hängsäulen und Streben ist ein 1,1 m hohes schmiedeeisernes Geländer angeordnet.

Die Stärken der Verbandsstücke sind in den Figuren angegeben.

§ 154. Die Sprengwerksbrücken.

Werden die Träger der Brückenbahn durch Streben unterstützt, die sich unterhalb der Brückenbahn gegen unverrückbare Widerlager oder Joche stemmen, so erhalten derart konstruierte Brücken den Namen Sprengwerksbrücken.

Da nun die Streben von Sprengwerken wegen des starken Schubes unter keinem kleineren Winkel als 22° gegen den Horizont geneigt sein sollen, und die Streben vom höchsten Wasser nicht erreicht werden dürfen, so sind derartige Konstruktionen nur in den Fällen anwendbar, wenn die Fahrbahn die erforderliche Höhe über dem höchsten Wasserstande hat. Ist diese Höhe vorhanden, so verdienen die Sprengwerksbrücken im allgemeinen den Vorzug vor den Hängwerksbrücken.

Die Konstruktion ist auf ihre ganze Höhe mit den Widerlagern verbunden und bietet deshalb eine größere Steifigkeit dar. Es können unterhalb der Fahrbahn zweckmäßige Querverstrebungen angebracht und ohne Störung des Verkehrs die nötigen Reparaturen vorgenommen werden; außerdem ist die Breite der Brücke nicht wie bei Hängwerken eine beschränkte. Die Sprengwerke führen indessen auch wesentlichen Nachteil mit sich. Einmal ist, im Falle einer Senkung eines Sprengwerks, welche unausbleiblich ist, indem diese aus der Zusammensetzung der sich gegenseitig stützenden Hölzer entsteht, die Senkung in keiner Weise aufzuheben.

Bei einer durch Hängwerk unterstützten Brücke dagegen ist eine solche Senkung durch ein weiteres Anschrauben der Muttern an den Schraubenspindeln der Hängeisen wieder auszugleichen.

Ferner erfordern die Sprengwerksbrücken von großer Spannweite, wegen des Horizontalschubs der Streben, Widerlager von bedeutender Stärke, und zu den Streben, welche zur Unterstützung der Fahrbahn gegen die Mitte derselben angebracht werden, sind immer kernhafte, starke und lange Stämme erforderlich.

Die Sprengwerksbrücken sind gewöhnlich derart, daß die Streben nicht unmittelbar unter jedem Balken vorkommen, sondern sich gegen Spannriegel stemmen, auf welchen Unterzüge rechtwinkelig zur Richtung der Brückenbalken liegen.

Diese Sprengwerke wiederholen sich dann auf jedem 4. oder 5. Balken, je nachdem die Belastung der zu unterstützenden Brückenbahn oder die Stärke der Balken es erfordert.

Eine einfache Jochbrücke mit Sprengwerk ist in den Fig. 665 bis 668, Taf. 42, dargestellt.

Die Brücke hat zwei Durchflußöffnungen, jede 8,80 m weit. Es ist:

Fig. 665 die Ansicht.

Fig. 666 die Ansicht eines Mitteljoches.

Fig. 667 Grundrißteil.

Fig. 668 der Grundriß des Stirnjoches.

Auf die Holme a, a wird für jeden Brückenbalken ein Sattelholz b aufgekämmt, und durch die Streben c unterstützt. Die Balken d, d werden durch Verzahnungen und eiserne Bolzen mit den Satteln verbunden und auf ihnen liegen die Halbholzbalken e, welche den Brückenbelag bilden.

Die Stirnjoche haben Flügel an beiden Seiten erhalten, damit das Wasser hinter dem Joche keinen Durchgang findet und so dasselbe hinter-

spült. Zur Sicherung des Stirnjoches und der Flügel ist eine Verankerung angeordnet.

Es erhält der erste und jeder dritte oder vierte Pfahl einen Anker i, welcher durch ein eisernes Band mit dem Pfahl verbunden ist.

Dieses Band geht um den Pfahl herum, und ist an beiden Seiten durch Nägel und Krammen an den Anker befestigt. Um den Anker in der Erde festzuhalten, werden zwei Pfähle h, h neben dem hinteren Ende des Ankers in die Erde geschlagen und hinter denselben ein Riegel (Keil) durch den Anker gesteckt.

Auf die Pfähle k, k . . für die Flügel wird ein Holm l gezapft, der an die Pfähle verklammert wird und mit den Brückenbalken in einer Horizontalebene liegt.

Die Mitteljoche bestehen aus einer Reihe Pfähle m, m . ., von denen die äußersten in einer schrägen Richtung, die übrigen aber senkrecht eingeschlagen sind, und deren Entfernung gleich der Balkenweite = 0,96 m ist.

Die Pfähle sind auf beiden Seiten durch die Zangen t, t, welche mit denselben verbolzt sind und durch den aufgezapften, verklammerten Holm a untereinander verbunden. Zur Befestigung des Geländers auf dem Belag sind kurze Schwellen o aufgenagelt, in welchen die von außen verstrebten, in der halben Höhe verriegelten und oben mit einem Holm p versehenen Geländerpfosten q, q . . stehen.

Die Abmessungen der Hölzer sind in den Figuren angegeben.

In den Fig. 669 und 671, Taf. 43, ist eine Sprengwerksbrücke mit vierfachem Sprengstock dargestellt.

Es ist Fig. 669 der halbe Längendurchschnitt, Fig. 670 der Querdurchschnitt und Fig. 671 ein Teil des Querschnittes nach einem größeren Maßstabe.

Die Fahrbahn von 6,25 m Breite ist schon früher in § 150 (c) beschrieben; sie wird von drei Sprengwerken, aus Streben, Spannriegeln und Zangen bestehend, welche vier Unterzüge a, a jeder von 7,70 m Länge tragen, unterstützt.

Die Streben b, b und die Spannriegel c, c sind einzeln $^{21}/_{32}$ cm stark und durch doppelte Hängezangen d, d miteinander verbunden.

Zur Querspannung der drei Sprengwerksrippen sind vier doppelte horizontale Zangen e, e unmittelbar über den untersten Streben, welche die doppelten Hängezangen umschließen, angebracht.

Je zwei Streben gehen von einer gemeinsamen gußeisernen Platte aus, welche auf die geneigten Flächen der Widerlager befestigt und mit

vortretenden Rändern versehen ist, welchen die Enden der Strebe umschließen und so deren Gleiten und Drehen verhindern.

Das Blattstielgeländer ist 1,2 m hoch und besteht aus 1,80 m voneinander entfernt stehenden Pfosten f, f und dazwischen gestellten Andreaskreuzen g, g . .

Die Stärke der Balken wird durch folgende Rechnung gefunden. Nimmt man an, daß die Balken abwechsend auf den Unterzügen gestoßen werden, so kann man ein Balkenstück an einem Ende als fest eingespannt, an dem anderen aber als frei aufliegend betrachten, so daß die Formel

$$P = 12 \cdot \frac{b h^2}{6} \frac{s}{l} \text{ (§ 58, Nr. 10)}$$

in Anwendung gebracht werden muß.

Die Belastung P des 3,77 m weit freiliegenden Balkenstückes bei 78 cm Balkenentfernung beträgt:

1. Eigengewicht des Bohlenbelages und der Balken nebst zufälliger Belastung nach § 149. $200 + 300 = 500$ kg für 1 qm $3{,}70 \cdot 0{,}78 \cdot 500 = 1450$ kg

2. Belastung durch die Fahrbahn, nach § 150 c ausgeführt, angenommen zu 1800 kg für 1 cbm

$$3{,}70 \cdot 0{,}78 \left(\frac{0{,}37 + 0{,}50}{2}\right) \cdot 1800 = 2250 \text{ kg}$$

Gesamtlast $P = 3700$ kg.

Setzen wir diesen Wert in obige Formel für P, so haben wir bei 20facher Sicherheit gegen Bruch (im Hochbauwesen nimmt man 10fache Sicherheit oder $s = 66$)

$$3700 = 12 \cdot \frac{1}{6} \cdot 33 \cdot \frac{b h^2}{370}$$

$$b h^2 = 20743$$

Für $b = 22$ cm gesetzt, erhält man

$$h^2 = 943$$

$$h = \sqrt{943} = \text{rd } 30,$$

denn obwohl die $\sqrt{943}$ mehr nach 31 als nach 30 hinliegt, so ist ein Holzmaß von 22 zu 31 cm nicht gebräuchlich, man muß deshalb als Höhe 30 nehmen und erhält dann Balken von 22/30 cm.

Der 3,14 m weit freiliegende Teil eines Unterzugs trägt drei Balken in gleichen Entfernungen voneinander, nämlich $3 \cdot 3700 = 11100$ kg.

Hierzu das Eigengewicht des $^{32}/_{40}$ cm stark angenommenen Unterzugs von 3,14 m freiliegender Länge $0{,}32 \cdot 0{,}40 \cdot 3{,}14 \cdot 600 = \text{rd } 250$ kg; gibt eine Gesamtbelastung von $11100 + 250 = \text{rd } 11350$ kg.

Da der Unterzug aus einem Stück besteht, so ist der freiliegende Teil desselben an einem Ende fest eingespannt, an dem anderen aber frei aufliegend, und wir haben daher bei 20facher Sicherheit gegen Bruch:

$$11350 = 12 \cdot \frac{1}{6} \cdot 33 \cdot \frac{b\,h^2}{314}$$

$$b\,h^2 = 54000.$$

Für $b = 32$ cm gesetzt, hat man

$$h^2 = 1687$$

und daher $h = 40$ cm.

Der Unterzug erhält eine Stärke von $^{32}/_{40}$ cm.

§ 155. Die Häng- und Sprengwerksbrücke.

In die Höhe nicht vorhanden, um von den Jochen und Stirnpfeilern ein Sprengwerk zur alleinigen Unterstützung der Fahrbahn anzubringen, so verbindet man das Sprengwerk mit einem Hängwerk.

Die Fig. 672 bis 674, Taf. 43 und Fig. 675, Taf. 44, zeigen eine einfache derartige Konstruktion und zwar:

Fig. 672 die Ansicht bezw. Längenschnitt,

Fig. 673 den Querdurchschnitt,

Fig. 674 den Grundriß und

Fig. 675, Taf. 44, eine Einzelheit.

Die Konstruktion der Brücke ist aus den Zeichnungen leicht und deutlich zu ersehen.

Weitere Beispiele von Häng- und Sprengwerksbrücken mitzuteilen, gestattet der Umfang dieses Werkes nicht, wir sind aber auch der Meinung, daß es nach dem Vorgetragenen einem sonst umsichtigen Zimmermann nicht schwer halten wird, Brücken dieser Art von großen Spannweiten zu konstruieren.

§ 156. Die Gitterbrücken.

Die Gitterbrücken bestehen aus senkrechten, auf die Pfeiler gelegten Tragwänden (Gitterbalken § 64) mit einfachen, doppelten oder dreifachen oberen und unteren Streckbalken (Gurtungen), welche durch senkrechte Pfosten, Streben und Zugstangen miteinander verbunden sind.

Dieser Verband soll bei der Belastung die oberen und unteren

Streckbalken unverschieblich gegeneinander halten, so daß die oberen Streckbalken voll gedrückt, die unteren voll gezogen werden.

Die einfacheren Gitterbalken sind schon früher im § 64 beschrieben und wir haben daher hier nur noch die größeren Gitterträger, sowie ihre Anwendung im Brückenbauwesen zu betrachten.

Bei dem Howeschen Gitterträger, Fig. 676 bis 679, Taf. 43, wird das Gitterwerk durch sich kreuzende Haupt- und Gegenstreben a, a .. und b, b .., die sich in ihren Enden auf kleine, in die durchlaufenden Streckbalken eingekämmte Klötzchen c, c .. stemmen, gebildet. Das ganze Strebensystem ist durch Hängeisen d, d gegenseitig fest angezogen. Die Hauptstreben a, a .. werden durch die Belastung der Brücke gedrückt und die Hängeisen d, d .. gezogen. Die Gegenstreben b, b erleiden weder ziehende noch drückende Spannung, tragen also nicht mit. Sie dienen hauptsächlich dazu, den Hauptstreben nach beiden Seitenrichtungen möglichst große Steifigkeit zu geben; auch um ein gefälligeres Ansehen der Konstruktion zu erlangen.

Die Gegenstreben liegen zwischen den Hauptstreben und werden in den Kreuzungspunkten durch Schraubenbolzen mit letzteren verbunden.

Die Höhe des Gitters beträgt gewöhnlich $^1/_{10}$ der Spannweite.

Die in den Fig. 676 bis 679, Taf. 43, dargestellte Howesche Brücke hat eine Spannweite von 22 m, der Abstand der oberen und unteren Streckbalken ist 2,2 m, die Breite der Fahrbahn = 3,75 m, die Breite eines Fußweges = 1,25 m, die Entfernung der Hängeisen = 1,88 m, die Entfernung der Brückenbalken von Mitte zu Mitte = 0,94 m und der doppelte Bohlenbelag = 19 cm.

Zur Querverstrebung sind Andreaskreuze (Windstreben) e, e und untere Querbalken (Zangenbalken) f, f angeordnet.

Da die Inanspruchnahme der Hauptstreben und Hängeisen von der Mitte des Trägers nach den Enden desselben hin zunimmt, so müssen vor allen Dingen die Enden recht fest konstruiert werden.

Bei den neueren Konstruktionen ist statt des auf den Streckbalken liegenden Eichenklötzchens ein gußeiserner Schuh angewendet. Auch fallen die mit den Hängeisen verschraubten Zangenbalken f, f weg, und es treten an deren Stellen eiserne Zugbänder, welche durch die Strebenbalken und noch einen angesetzten Klotz von Eichenholz gehen.

An diese Eichenklötze stemmen sich die Windstreben rechtwinkelig an, und es werden die letzteren durch das Anziehen der eisernen Zug-

bänder vermittelst der Schrauben, welche an ihren Enden angebracht sind, fest angespannt.

Berechnung des Gitterträgers.

Bezeichnet

l die Länge des Gitterträgers,

h die Höhe, von Mittellinie zu Mittellinie der Streckbalken gemessen*),

g die gleichförmig verteilt vorausgesetzte Belastung, einschl. Eigengewicht pro laufenden Meter des Trägers,

F den Querschnitt der oberen oder unteren Streckbalken,

f den Querschnitt einer Hauptstrebe } an dem Ende des Trägers

f' den Querschnitt eines Hängeisens } in Quadratzentimetern,

so ist bei gehöriger Sicherheit gegen Bruch:

1. $F = \frac{g\,l}{3600}$ Quadratzentimeter (obere Streckbalken zusammen);

2. $f = \frac{g\,l}{12636}$ Quadratzentimeter;

3. $f' = \frac{g\,l}{140400}$ Quadratzentimeter.

Die zufällige Belastung beträgt für Straßenbrücken 250 bis 300 kg pro Quadratmeter Fahrbahn, für Eisenbahnbrücken 5000 bis 6000 kg pro laufenden Meter des Trägers, wenn zwei Tragwände vorkommen. Was das Eigengewicht anbelangt, so nehme man dasselbe zuerst willkürlich an und berechne die Dimension der Konstruktionsteile. Je nachdem das Resultat dieser Berechnung von der ersten Abnahme abweicht, wird man diese berichtigen müssen, bis Annahme und Resultat die gewünschte Uebereinstimmung haben.

Bei der großen Verschiedenheit in der Annahme der Festigkeit der Materialien und sonstigen nicht zu vermeidenden Abweichungen von den Berechnungen des Verbandes braucht man indes nicht zu ängstlich zu sein.

In den Fig. 682 bis 685, Taf. 44, ist eine hölzerne Gitterbrücke von 56,5 m Spannweite in der Ansicht, im Grundriß und Querschnitt dargestellt.

---

*) Die Höhe des Gitterträgers ist $^1/_{10}$ der Länge angenommen; die größte Inanspruchnahme in den Streckbalken und Gitterstreben pro Quadratzentimeter 45 kg, die Hängeisen pro Quadratzentimeter 700 kg.

Die Stärken der Verbandhölzer können ebenfalls nach den Formeln (1 bis 3) berechnet werden. Die Zeichnungen bedürfen übrigens keiner weiteren Erläuterung, sondern werden sich selbst erklären.

Da die Gitterbrücken in neuerer Zeit meistens aus Eisen konstruiert werden, so werden wir uns mit den wenigen angeführten Beispielen begnügen müssen.

Die Ermittelung der in Baukonstruktionen der verschiedensten Art auftretenden oder durch äußere Einflüsse hervorgerufenen Kraftwirkungen, wie z. B. in Häng- und Sprengwerksbrücken, Gitterträger, lehrt die Graphostatik.

W. Jeep, die Graphostatik in ihrer Anwendung auf Baukonstruktionen. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig. Dieses Werk ist besonders deshalb zu empfehlen, weil es die Grenzen des Unterrichtsplanes einer Baugewerkschule nicht überschreitet.

Vierzehntes Kapitel.

Die Hilfsmaschinen des Zimmermanns.

§ 157. Allgemeines.

Bei der heutigen starken Konkurrenz in jedem Geschäfte, den niedrigen Preisen für die fertige Arbeit im Gegensatz zu den hohen Arbeitslöhnen und Materialpreisen kann ein Zimmergeschäft ohne Hilfe von Maschinen nicht mehr bestehen; es muß mindestens diejenigen Maschinen besitzen, welche die gewöhnlichen Arbeiten, das Trennen und Säumen der Bretter, Hobeln, Kehlen, Profilieren, Nuten, Spunden, Fugen, Stemmen, Zapfenschneiden, Schlitzen, Abplatten u. s. w. verrichten. Es sollen deshalb im nachfolgenden diejenigen Maschinen besprochen werden, welche für ein größeres Zimmergeschäft fast unentbehrlich sind; vorausgesetzt wird hierbei, daß das Geschäft nur einfache und gleichsam nur nebenbei Bautischlerarbeiten, als einfache Thüren und Fenster u. s. w. macht und vorerst das Zimmerhandwerk betreibt. Die nachstehenden Figuren sind dem reichhaltigen Katalog der Firma Kirchner & Co. in Leipzig-Sellerhausen entlehnt, welche gern jede weitere Auskunft erteilt.

§ 158. Patent-Maschine für Zimmerarbeiten. (Fig. 1—3.)

Diese Maschine ist eine einfache, praktische Maschine für die bei den Zimmerarbeiten vorkommenden Bearbeitungen der Hölzer, für Säge-, Fuge-, Nut-, Spund-, Hobel- und einfache Kehlarbeiten. Auch als Fraismaschine mit vertikaler Spindel kann sie zum Profilieren gerader und geschweifter Hölzer, zum Zapfenschneiden und Schlitzen, Abplatten von Füllungen u. s. w. dienen, wenn der Druckrollenbock abgeschraubt und auf dem Ständer eine hölzerne Tischplatte befestigt wird. Aus den drei Abbildungen Fig. 1—3 ist die einfache Behandlung der Maschine ersichtlich. Diese Maschine besteht aus einem Gestell mit auf Rollen laufendem Tisch, beides entweder aus Holz oder aus Eisen verfertigt. Der Tisch wird bei gewöhnlichen Arbeiten des schnellen Handhabens halber von Hand bewegt, ist aber auch mit Zahnstange versehen und kann bei schweren Arbeiten durch Handkurbel und Zahnrad vor- und rückwärts bewegt werden.

Fig. 1. **Maschine für Zimmerarbeiten,** dargestellt mit horizontaler Welle zum Saumsägen (Vorderansicht.)

Um bei den verschiedenen Arbeiten die Hölzer auf dem Tisch entsprechend festzuhalten, ist derselbe mit zwei verstellbaren gezahnten Klauen und einer Anzahl der bekannten Bankhalter versehen. Die ganze Anordnung ist so getroffen, daß man die zu bearbeitenden Hölzer auf dem Tisch leicht richten, befestigen und schnell lösen kann.

Auf der hinteren Seite des Gestelles befindet sich ein kräftiger eiserner Ständer mit durch Handrad und Schraube vertikal ver-

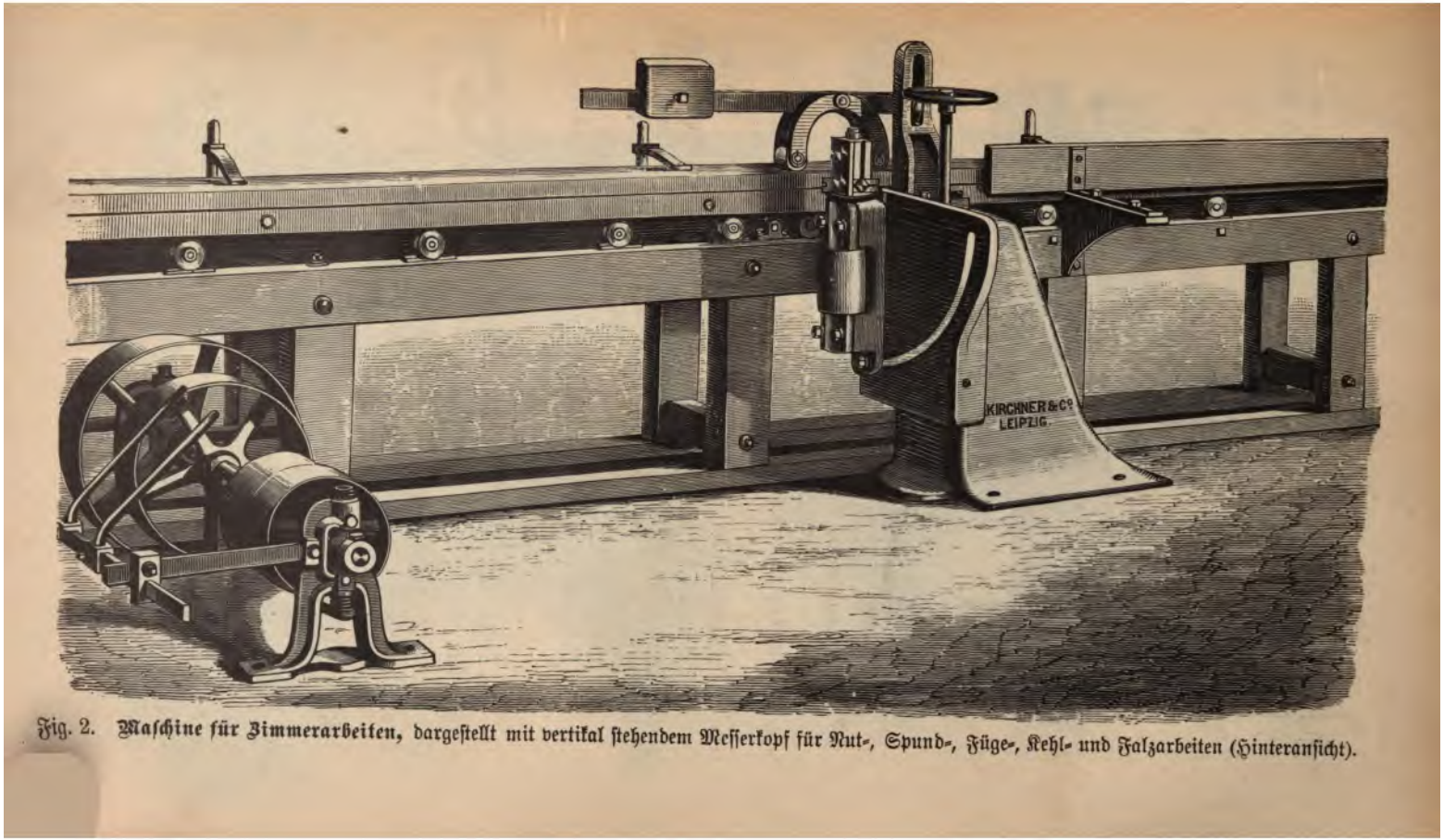


Fig. 2. **Maschine für Zimmerarbeiten,** dargestellt mit vertikal stehendem Messerkopf für Nut-, Spund-, Füge-, Kehl- und Falzarbeiten (Hinteransicht).

ſtellbarer Prismaplatte, an welcher ſich die drehbare Lagerung mit der ſchnelllaufenden Arbeitswelle befindet, welch' letztere ſich je nach Bedarf

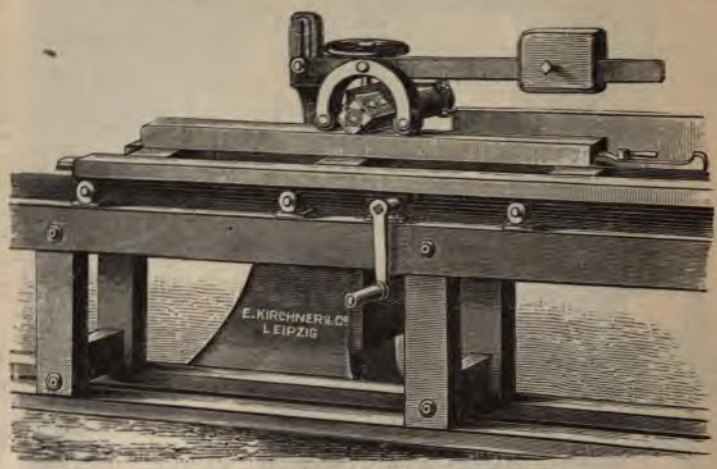


Fig. 3. **Maſchine für Zimmerarbeiten,**
dargeſtellt mit horizontaler Welle zum Kehlen, Abrichten, Hobeln ꝛc. (Vorderanſicht.)

vertikal, horizontal oder in jedem Winkel ſchräg ſtellen läßt. Um das Holz auf dem Tiſch nieder zu halten, dient ein einfacher verſtellbarer Druckrollenapparat, welcher ſich nach Bedarf auch leicht entfernen läßt.

§ 159. Bandſäge kombiniert mit Fraismaſchine.
(Fig. 4.)

In Tiſchlerwerkſtätten, wo es an Platz mangelt, mehrere Maſchinen aufzuſtellen, oder wo ſich die verſchiedenen Arbeiten auf Bandſäge und Fraismaſchine nacheinander machen laſſen, wird dieſe vorzügliche Maſchine beſondere Vorteile bringen und große Dienſte leiſten.

Die Bandſäge hat 800 mm Sägenſcheibendurchmeſſer und 400 mm größte Schnitthöhe. Die obere Sägenſcheibe läßt ſich mittels Handrad und Schraube hoch und tief ſtellen und während des Ganges in eine für den Sägeſchrank paſſende Neigung juſtieren. Die obere Lagerplatte führt ſich an einer mit nachſtellbaren Leiſten verſehenen Prismafläche, ſo daß man Sägeblätter verſchiedener Länge auflegen kann. Ein mit Gewicht verſehener Hebel gibt dem Sägeblatt eine gleichmäßige Spannung, welche der Breite der Blätter entſprechend reguliert wird.

Der Tiſch läßt ſich bis zu 30° ſchräg ſtellen.

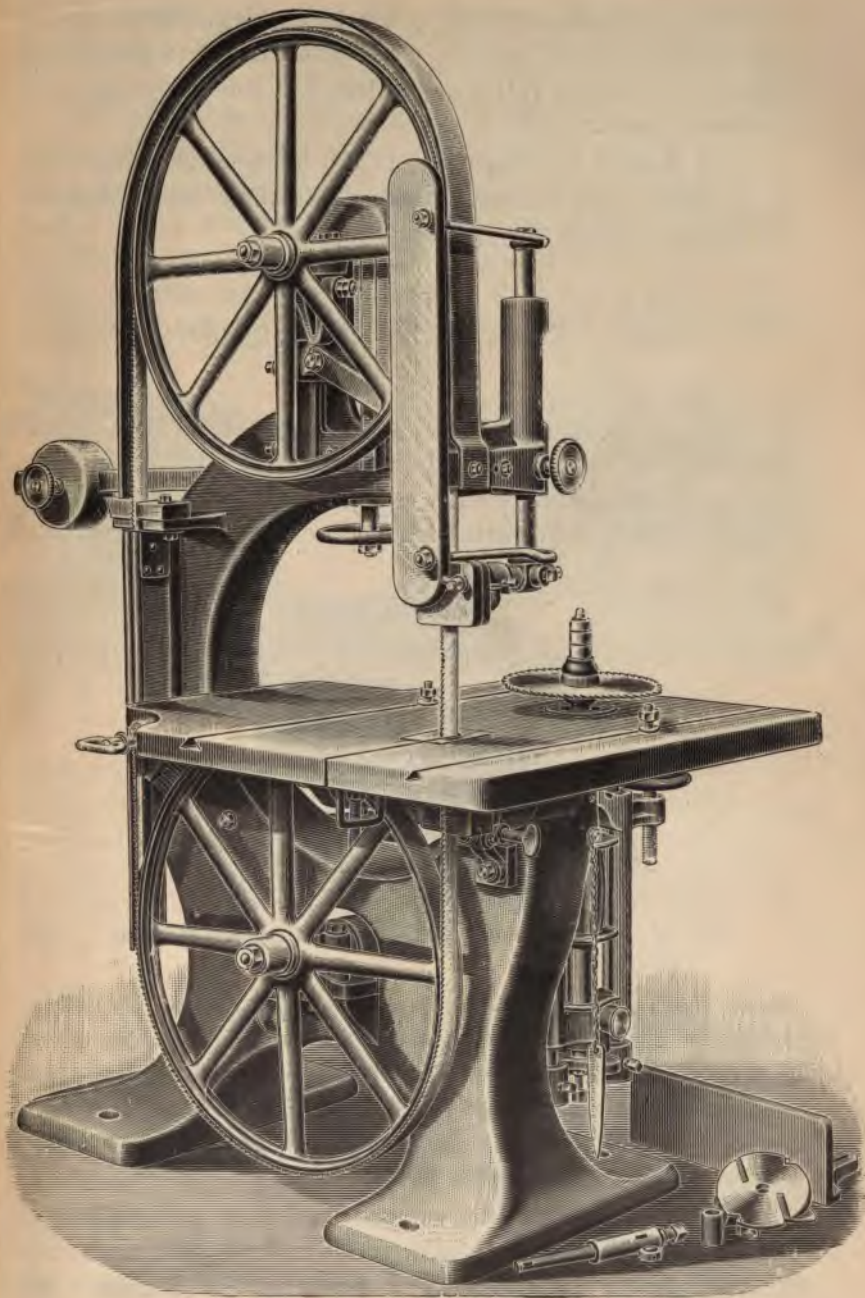


Fig. 4. **Bandsäge kombiniert mit Fraismaschine.**

Die Fraismaschine ist kräftiger und bewährter Konstruktion. Zwei auswechselbare Bolzen gestatten, mit Fraismessern, Kronenfraisern und anderen Werkzeugen arbeiten zu können. Fraismesser lassen sich bis 60 mm hoch verwenden.

Zum Betriebe der Fraisspindel ist ein besonderes Vorgelege nötig, das für Rechts- und Linksgang sowie mit Ausrücker mittels Fußtritts vorn an der Maschine ausgeführt werden kann.

§ 160. Abricht-, Füge-, Kehl- und Walzenhobel-Maschine. (Fig. 5—7.)

Diese sehr vielfältig verwendbare Maschine dient auf ihrem oberen Tisch zum Abrichten windschiefer Holzflächen, zum Herstellen von Leimfugen oder gewöhnlichen glatten geraden Kanten und Winkelkanten, Abfasen, Keilhobeln, Gehrungshobeln, Lang-, Schräg- und Quernuten,

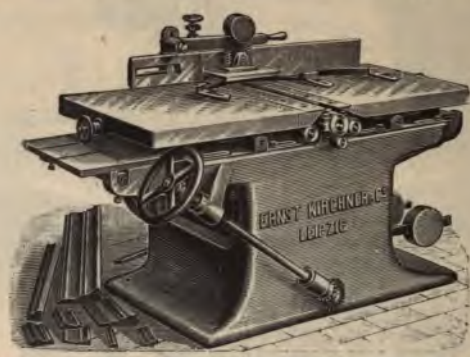


Fig. 5. **Abricht-, Füge-, Kehl- und Walzenhobel-Maschine.**

Kehlen, Profilieren ꝛc.; es lassen sich, wie in Fig. 6 und 7 dargestellt, verschiedene Apparate für Abrichtmaschinen verwenden. Der untere Tisch dient zum Glatt- und von Dicke-Hobeln mit selbstthätigem Walzenvorschub, nicht zum Kehlen. Die Maschine ist allen Tischlerwerkstätten als das nützlichste Werkzeug zu empfehlen, besonders da, wo eine Maschine für genannte Arbeiten genügt.

Das Gestell ist sehr kräftig ausgeführt und trägt die langen nachstellbaren Lager für die starke stählerne Messerwelle, welch' letztere mit vier Schraubennuten und Stahllippen angefertigt ist. Der obere Abrichttisch besteht aus zwei Hälften, welche sich auf je vier schrägen

Prismen mittels kleiner Handräder am Ende unabhängig voneinander hoch und tief stellen lassen. Diese Tischhälften lassen sich mit ihren Prismarahmen auf dem Gestell auseinander ziehen, so daß dieselben dann der Messerwelle den nötigen Raum lassen, um Kehl- und Profilierarbeiten bis 50 mm tief herstellen zu können. Soll die Maschine zum Walzenhobeln mit selbstthätiger Zuführung auf dem unteren Tisch dienen, so sind vorher stets die oberen Abrichttische so dicht wie möglich an der Messerwelle zusammenzuschieben. Der untere Tisch ist mit zwei Walzen versehen und läßt sich für die zu hobelnde Holzdicke mittels des großen Handrades hoch und tief stellen. Die oberen mit Räder-

Fig. 6. **Langloch-Bohrapparat.**

Fig. 7. **Kehlapparat.**

werk angetriebenen Zuführungswalzen sind mit Gewichten belastet. Diese Zuführungswalzen stehen, wenn die oberen Abrichttische ganz dicht zusammengeschoben sind, auch ganz nahe an den rotierenden glatten Messern der Messerwelle und halten das Holz dicht vor und hinter den Messern sorgfältig auf den Tisch nieder, so daß ein absolut vollständig sauberes Glatthobeln geboten ist.

§ 161. Hobelmaschine mit einer Messerwelle. (Fig. 8.)

Diese beliebteste aller Hobelmaschinen hat die größte Verbreitung gefunden. Sie hobelt in unübertrefflicher Sauberkeit und Schnelligkeit Fußbodenbretter, Füllungen, Fenster- und Thürrahmen, Parkettafeln, Laubsägbrettchen ꝛc.

Ein aus einem Stück gegossener, kräftiger Hohlgußständer bildet das Gestell, in welchem sich der Tisch in nachstellbarer Führung durch ein Handrad für verschiedene Holzdicken nach einer Skala stellen läßt.

Fig. 1. Hobelmaschine mit einer Messerwelle.

Ganz dicht vor der Messerwelle ist der Spanbrecher als beweglicher Druckvorrichtung, zugleich als Spanbrecher dienend, und hinter der Messerwelle ein justierbarer elastischer Druckbalken angebracht, wodurch die Bretter beim Hobeln auf den Tisch sorgfältig niedergehalten werden, sich so ein Ribbeln und Splittern verhütet wird. Die Maschine besitzt auch ein Schab-Messer, welches lästig werdendes Holz gegen ein Verschwinden der Hobelfläche (Einbrücken) von der oberen Abführungswalze fern hält.

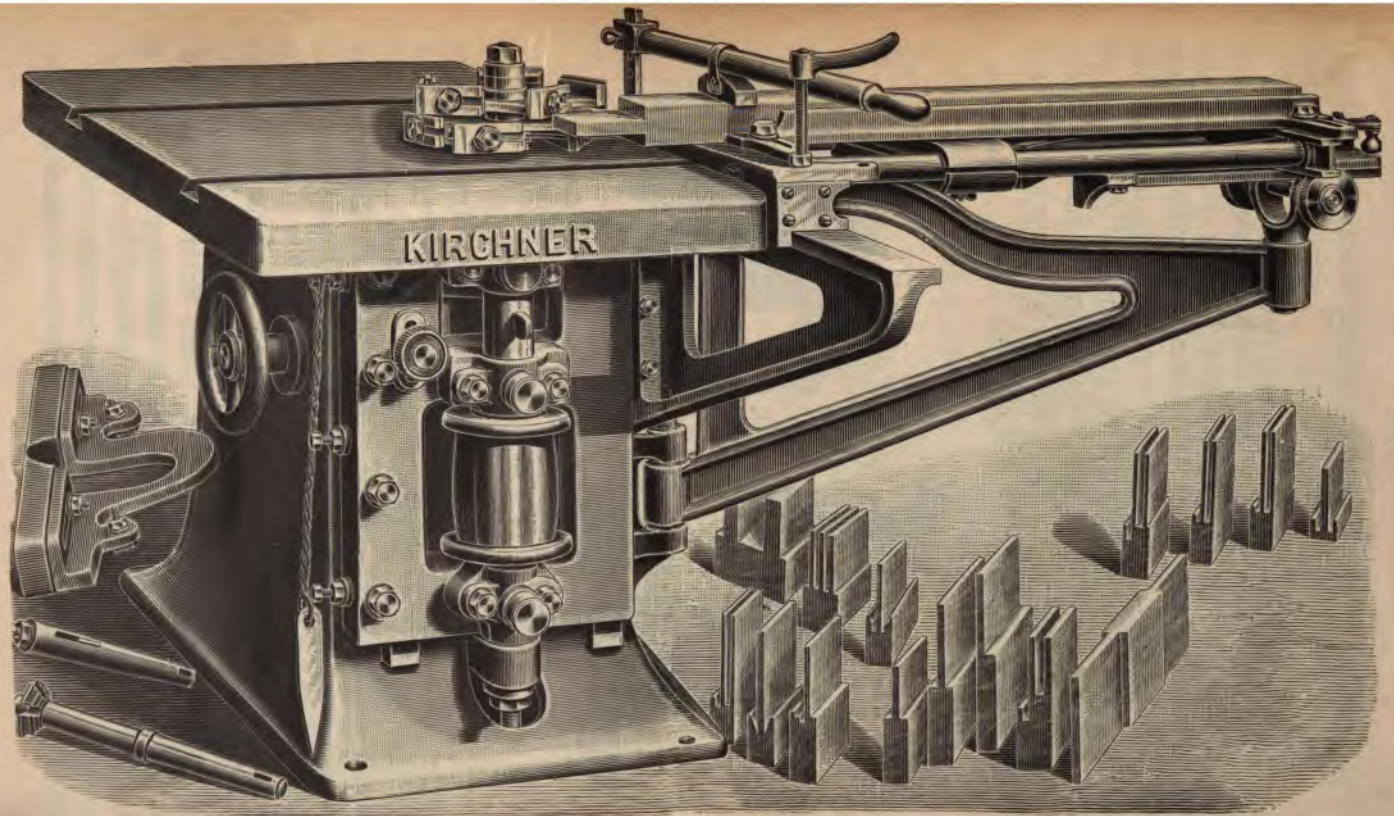


Fig. 9. **Zapfenschneid- und Fraismaschine.**

§ 162. Zapfenschneid- und Frais-Maschine. (Fig. 9—11.)

Diese eigenartige für viele Verhältnisse unentbehrliche und nützliche Maschine ist ein höchst vorteilhaftes Werkzeug für die meisten Werkstätten, in denen eine besondere Zapfenschneidmaschine nicht genug Beschäftigung findet. In solchen Fällen unterbleibt die kostspielige Anschaffung, und man schneidet nach wie vor häufig die Zapfen auf der Bandsäge an, wobei aber durch den unsicheren Schnitt die Zapfen niemals von mathematisch gleicher Dicke und ein so hergestellter Rahmen nie von großer Dauerhaftigkeit sein werden.

Fig. 10. **Abplatteapparat.**

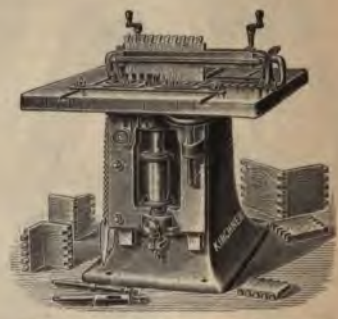


Fig. 11. **Zinkenapparat auf Fraismaschinen.**

Die vorstehende Maschine dient zur schnellen Herstellung von Zapfen und Schlitzen in größter Genauigkeit, kann aber auch mit allen Vorteilen als starke Fraismaschine für die vielseitigsten schweren und leichten Arbeiten benutzt werden. Ist aber schon in Werkstätten eine Fraismaschine vorhanden, so wird dieselbe meist nicht für schwere Arbeiten absolut tauglich sein, und obige Maschine findet trotzdem vorteilhafte Beschäftigung. Das Zapfenschneiden an dieser Maschine ist besonders leicht und akkurat ausführbar. Der kräftige Ständer ist mit großem Tisch versehen, in welchem zwei Nuten angebracht sind. Die starke Stahlspindel läuft in langen nachstellbaren Lagern und trägt oben die Werkzeugköpfe. Dieselbe ist mittels Handrad in prismatischen Führungen hoch und tief stellbar und für verschiedene Geschwindigkeiten mit einer kleinen und großen auswechselbaren Riemen-

scheibe versehen. Bei Verwendung großer Werkzeuge muß die Maschine stets langsamer laufen.

Der Auflagetisch zum Zapfenschneiden ist in Verbindung mit einem Pendel sehr leicht schiebbar und mit Linealen und Druckvorrichtung ausgestattet, wodurch man nicht nötig hat, die Rahmenhölzer vorzureißen.

Als Werkzeuge werden ein Paar Köpfe mit glatten Messern für Zapfen bis 150 mm lang mitgeliefert, doch kann man auch für unterschnittene und profilierte Zapfen, wie Doppelzapfen, die nötigen Messer daran befestigen. Zum Fraisen wird mitgeliefert ein Einsetzbolzen für Kronenfraiser und ein Einsetzbolzen für Profilmesser.

Apparate wie für gewöhnliche Fraismaschinen lassen sich verwenden wie in Fig. 10 und 11 dargestellt.

Die Maschine dient für Zapfen bis 150 mm lang, und lassen sich Hölzer bis 450 mm breit einspannen.

Der Antrieb hat von einem Vorgelege aus zu erfolgen, welches auf Wunsch für Rechts- und Linksgang eingerichtet wird. Die Umsteuerung des Riemens erfolgt mittels eines Fußtrittes.

§ 163. Hand-Bohr- und Stemm-Maschine. (Fig. 12).

Diese kräftig gebaute Maschine dient für leichte und schwere Arbeiten; sie bohrt und stemmt unter wenig Kraftaufwand in hartes und weiches Holz. Unabhängig von jeder Kraftübertragung kann die Maschine an beliebiger Stelle eines Zimmerplatzes benutzt werden, worin ein besonderer Vorteil liegt. Das gußeiserne Gestell ist mit einer großen Fußplatte versehen, wodurch die Maschine einen festen Stand erhält. Der Arbeitstisch ist 700 mm lang und 300 mm breit; seine Höhenverstellung beträgt 200 mm, seine Längenverstellung 400 mm; auch eine Querverstellung hat der Tisch. Es lassen sich Hölzer bis 300 mm einspannen. Der Stemmstößel hat 150 mm Hub und wird durch Handhebel heruntergedrückt, während der Aufgang durch ein Gegengewicht erfolgt. Das Wenden des Stemmstößels wird durch Drehen des Bohrmaschinenhandrades bewirkt. Der Bohrapparat, der stets an der Maschine befestigt bleibt, wird in Arbeit versetzt, indem man an dem Handschwungrade dreht; die drehende Bewegung wird durch zwei konische Räder auf die Bohrspindel übertragen. In dem

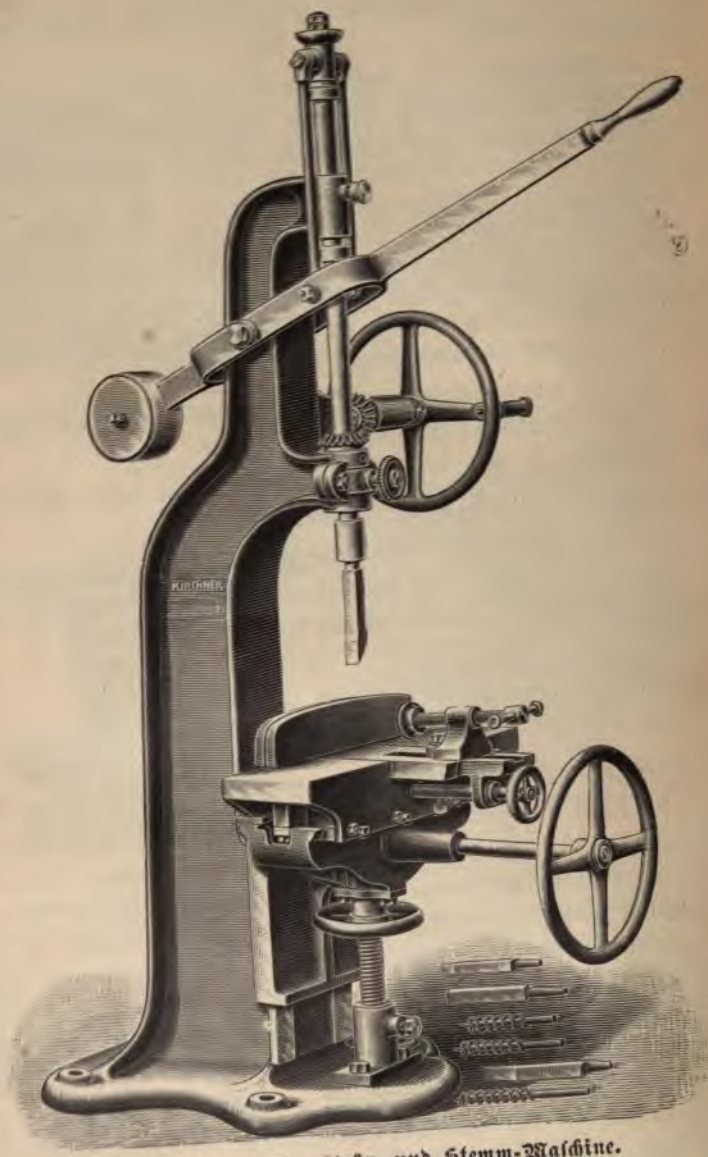


Fig. 12. **Hand-, Bohr- und Stemm-Maschine.**

...iten Rädchen gleitet die Spindel bei dem Hub in eine Nute.
... oder Bohrtiefe wird durch einen Stellring begrenzt.
... dient für Löcher bis 300 mm Weite.

Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig

Aſter, G., Das Einfamilienhaus. Eine Sammlung von Entwürfen in Grundriſſen, Anſichten und Höhenſchnitten nebſt Koſtenanſchlägen. 26 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Behſe, Dr. W. H., Die Bauriſſe, umfaſſend die zeichneriſche Darſtellung und das Entwerfen der gewöhnlich vorkommenden Gebäudegattungen. Nebſt einer Aufſtellung eines ausführlichen Koſtenanſchlags. Fünfte erweiterte Auflage herausgegeben von Hermann Robrade, kaiſerlicher Poſtbauinſpektor. Mit einem Atlas von 30 Tafeln. gr. 8. Geh. 6 Mark.

Behſe, Dr. W. H., Die praktiſchen Arbeiten und Baukonſtruktionen des Maurers und Steinhauers in allen ihren Teilen. Ein Handbuch für Maurer und Steinhauer, ſowie für Baugewerksſchulen. Sechſte verbeſſerte und vermehrte Auflage. Mit einem Atlas von 51 Foliotafeln, enthaltend 659 Figuren. 8. Geh. 10 Mark.

Behſe, Dr. W. H., Treppen aus Holz. Eine kurze Anweiſung zum Gebrauch für Treppenbauer, Baugewerksmeiſter, Zimmerleute und Bauſchüler. Fünfte Auflage herausgegeben von W. Müller, Großh. Sächſ. Baukommiſſar. Mit 100 Abbildungen auf 6 Tafeln. gr. 8. Geh. 1 Mark 50 Pfg.

Behſe, Dr. W. H., Treppenwerk für Architekten, Zimmerleute und Tiſchler, ſowie für Baugewerk- und Gewerbeſchulen oder vollſtändige Abhandlung der Treppen in Holz. Vierte vermehrte und verbeſſerte Auflage bearbeitet von W. Müller, Großh. Sächſ. Baukommiſſar. Mit 36 Tafeln, enthaltend 270 Abbildungen. gr. 4. Geh. 6 Mark.

Berger, Alfons, Moderne Fabrik- und Induſtriebauten. Eine Sammlung von Entwürfen und ausgeführten Anlagen zum Gebrauche für Architekten, Baugewerksmeiſter und Bauſchüler, dargeſtellt durch Grundriſſe, Schnitte, Anſichten und Teilzeichnungen. 28 Tafeln mit Text. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Berndt, H., Häuſer in Stein- und Putzbau. Eine Sammlung von Entwürfen zu bürgerlichen Bauten und Villen in verſchiedenen Stilarten, vorwiegend in Putzbau mit Stein- und Holzarchitekturteilen. Zum Gebrauch für Baumeiſter, Architekten, Bauunternehmer und Bauſchüler. 26 Tafeln mit Text. 4. In Mappe. 4 Mark 50 Pfg.

Bleichrodt, W. G., Meiſter-Examen der Maurer und Zimmerleute. Ein Nachſchlagebuch für die Praxis nach den neueſten Konſtruktionsgebräuchen und Erfahrungen und Wiederholungsunterricht für Innungs-Kandidaten und Bauſchul-Abiturienten, zur Vorbereitung für die Prüfung. Vierte völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage, zuſammengeſtellt und herausgegeben von Paul Gründling. Mit einem Atlas, enthaltend 16 Tafeln mit über 600 Figuren. gr. 8. Geh. 9 Mark.

Christiansen, H., Der Holzbaustil. Entwürfe zu Holzarchitekturen in modern-deutschem, norwegischem, schweizer, russischem und englisch-amerikanischem Stil. Eine Sammlung von Sommersitzen, Villen, Land- und Touristenhäusern, Jagdschlössern, Wirtschafts- und ähnlichen Gebäuden. 30 Tafeln in 4. mit Text. In Mappe. 9 Mark.

Erlach, H., Sprüche und Reden für Maurer bei Legung des Grundsteins zu allerlei öffentlichen und Privatgebäuden. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. 8. Geh. 1 Mark 80 Pfg.

Faber, R., Schulhäuser für Stadt und Land. Eine Sammlung ausgeführter Entwürfe von Dorf-, Bezirks- und Bürgerschulen, Realschulen und Gymnasien, mit und ohne Turnhallenanlagen, sowie Kinderbewahranstalten oder Krippen, unter besonderer Berücksichtigung der bewährtesten Subsellien. 27 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 4. In Mappe. 12 Mark.

Gerstenbergk, H. v., Der Holzberechner nach metrischem Maßsystem. Tafeln zur Bestimmung des Kubikinhalts von runden, vierkantig behauenen und geschnittenen Hölzern, sowie des Quadratinhalts der letzteren; ferner der Kreisflächen und des Wertes der Hölzer. Zum Gebrauche für Forst- und Landwirte, Waldbesitzer, Bau- und Werkleute, Holzhändler, Schneidemüller u. a. Siebente Auflage. 8. In Leinwand geb. 3 Mark 75 Pfg.

Gerstenbergk, H. v., Neuer Steinberechner nach metrischem Maßsystem oder Tafeln, woraus von allen behauenen Steinen, wie z. B. von Quadern, Platten, Markſteinen, Pfeilern, vierkantigen Säulen u. s. w. der Inhalt nach Kubikmetern und Teilen desselben aufs Genaueste berechnet, sofort ersehen werden kann. Mit einem Anhang, enthaltend die wichtigsten Formeln zur Flächen- und Körperberechnung, sowie deren Anwendung auf die Praxis und eine arithmetische Tabelle, nach der auch der Inhalt runder Körper (Schleifsteine u. s. w.) sich leicht berechnen läßt. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Ed. Jentzen, Direktor. Mit 36 in den Text gedruckten Abbildungen. 8. Geb. 2 Mark 50 Pfg.

Graef, A. und **M., Die moderne Bautischlerei für Tischler und Zimmerleute,** enthaltend alle beim inneren Ausbau vorkommenden Arbeiten des Bautischlers. Nebst einem Anhang: Bildliche und beschreibende Darstellung der besten Holzbearbeitungsmaschinen. Zwölfte neu bearbeitete Auflage. Mit einem Atlas, enthaltend 40 Foliotafeln und 150 Text-Holzschnitte. gr. 8. Geh. 10 Mark 50 Pfg. Geb. 13 Mark.

Graef, M., Der dekorative Holzbau. Zeitgemäße Entwürfe zur inneren und äußeren Ausgestaltung des Hauses und seiner Umgebung durch Holzarchitektur. Vorlagen von Einzelheiten und Baulichkeiten für

die Praxis. Zweite vollständig neubearbeitete Auflage. 36 Foliotafeln mit erläuterndem Texte. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Graef, A. und **M., Das Parkett.** Eine Sammlung von farbigen Vorlagen massiver und fournierter Parkette in einfacher und reicher Ausführung. 24 Foliotafeln mit 300 Mustern nebst ausführlichem Text. In Mappe. 10 Mark.

Graef, M., Die innere Ausstattung von Verkaufsräumen in Tischlerarbeit. Moderne Ladeneinrichtungen für alle Geschäftszweige. 26 Foliotafeln in Farbendruck. gr. 4. In Mappe mit erläuterndem Text. 9 Mark.

Graef, A. und **M., Moderne Thüren und Thore** aller Anordnungen. Eine Sammlung von Originalzeichnungen zum praktischen Gebrauch für Tischler und Zimmerleute. Zweite vollständig neu bearbeitete Auflage. 24 Foliotafeln in Tondruck. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Graef, A. und **M., Werkzeichnungen für Glaser und Bautischler,** insbesondere jede Art von Fenstern und alle damit verwandten Arbeiten zum Zwecke der inneren und äußeren Ergänzung und Ausstattung der Wohnhäuser und anderer Gebäude. Ferner eine große Anzahl aller möglichen Profile und Durchschnitte von Fenstern, sowie auch Jalousie-, Roll- und anderer Verschlußläden ꝛc. Zweite verbesserte Auflage. 28 Foliotafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Gründling, P., Entwürfe zu bürgerlichen Bauten im Rohbaustil. Ein Skizzen- und Nachschlagebuch für alle vorkommenden bürgerlichen, öffentlichen und Privat-Bauten, als Villen-, Wohn- und Geschäftshäuser, Restaurants ꝛc. in Grundrissen, Fassaden und Details in Verblendbau-Ausführung. 25 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Gründling, P., Neue Garten-Architekturen. Praktische Motive zu Eingängen, Thoren, Einfriedigungen, Lauben, Pavillons, Ruheplätzen, Terrassen, Veranden, Laubengängen nebst 2 Lageplänen zu Garten- und Park-Anlagen. 14 Tafeln mit Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Gründling, P., Motive für die Gesamt-Innen-Dekoration. Ein Skizzen- und Nachschlagebuch für Architekten, Bauunternehmer, Zimmermaler ꝛc. enthaltend Darstellung von Arrangements zur Innen-Dekoration der Decken und Wände aller vorkommenden Räume des bürgerlichen Hauses, sowie von Villen, Restaurants, Sälen, Gesellschaftshäusern ꝛc. In Gesamt-Ansichten, Grundrissen und Details des Einzel-Ornaments. 25 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Gründling, P., Moderne Wohnhäuser und Villen. Eine Sammlung von Entwürfen und Darstellungen ausgeführter Bauten zu

Miethäusern, Wohn- und Geschäftshäusern, sowie Einfamilienhäusern und Villen in der Stadt und auf dem Lande. In Gruppen und nach Bauart zusammengestellt für das heutige moderne Bedürfnis nach hygienischer, baupolizeilicher, sowie praktisch formeller Richtung hin. 30 Tafeln mit Text. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Gründling, B. und **Hannemann, F., Theorie und Praxis der Zeichenkunst** für Handwerker, Techniker und bildende Künstler. Ein Vademekum über alle Zweige und Gebiete des Zeichnens. Vierte Auflage. Mit einem Atlas von 30 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 9 Mark.

Hintz, L., Die Baustatik. Ein elementarer Leitfaden zum Selbstunterricht und zum praktischen Gebrauch für Architekten, Baugewerksmeister und Schüler bautechnischer Lehranstalten. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit einer Tafel und 305 in den Text eingedruckten Abbildungen. gr. 8. Geh. 8 Mark. Geb. 9 Mark 50 Pfg.

Issel, Hans, Der innere Ausbau, umfassend Thüren, Fenster, Wandvertäfelungen, Holzdecken und Treppen in Holz, Stein und Eisen. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 533 Textabbildungen und 7 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Die landwirtschaftliche Baukunde, umfassend Bauernhäuser und Bauerngehöfte, Gutshäuser und Gutsgehöfte mit sämtlichen Nebenanlagen, Feld- und Hofscheunen, Stallungen für Groß- und Kleinvieh und Gebäude für landwirtschaftliche Gewerbe. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 611 Textabbildungen und 19 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Die Baustillehre, umfassend die wichtigsten Entwickelungsstufen der Baukunst. Mit besonderer Berücksichtigung der Geschichte des bürgerlichen Wohnhauses bis auf die neueste Zeit. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. (Erscheint 1901.)

Issel, H., Der Holzbau, umfassend den Fachwerk-, Block-, Ständer- und Stabbau und deren zeitgemäße Wiederverwendung. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 400 Textabbildungen und 12 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Issel, H., Die Wohnungsbaukunde, umfassend das freistehende und eingebaute Einfamilienhaus, das freistehende und eingebaute Miethaus, das städtische Wohn- und Geschäftshaus und deren innere Einrichtung. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 330 Textabbildungen und 3 Tafeln. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Jeep, W., Einfache Buchhaltung für baugewerbliche Geschäfte. Zum Gebrauche für Bauhandwerker und technische Lehranstalten. Nebst einem Anhang: Die gesetzlichen Bestimmungen über die Arbeiter-Versicherungskassen. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. Geh. 3 Mark.

Jeep, W., Die Eindeckung der Dächer mit weichen und harten Materialien, namentlich mit Steinen, Pappe und Metall. Eine Anleitung

zur Anfertigung der verschiedenen Dacheindeckungen für Schiefer- und Ziegeldecker, Klempner, Bauhandwerker und Bauunternehmer. Vierte Auflage. Mit Atlas von 12 Foliotafeln. 8. Geh. 4 Mark 50 Pfg.

Jeep, W., Das graphische Rechnen und die Graphostatik in ihrer Anwendung auf Baukonstruktionen. Zum Gebrauch für Baugewerksmeister, Baugewerksschulen ꝛc. Zweite Auflage. Mit Atlas von 35 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 5 Mark.

Jentzen, Ed., Die Flächen- und Körperberechnungen. Nebst vielen Beispielen zum praktischen Gebrauch für Bau- und Maschinentechniker. Mit 116 Figuren. Zweite vermehrte Auflage. gr. 8. Geh. 2 Mark 25 Pfg.

Johnen, Dr. P. J., Elemente der Festigkeitslehre in elementarer Darstellung mit zahlreichen, teilweise vollständig gelösten Übungsbeispielen, sowie vielen praktisch bewährten Konstruktionsregeln. Für Maschinen- und Bautechniker, sowie zum Gebrauche in technischen Lehranstalten. Mit 176 in den Text gedruckten Abbildungen und mehreren Profiltabellen. gr. 8. Geh. 6 Mark 75 Pfg.

Keller, O., Das A-B-C des Zimmermanns oder die ersten Begriffe der Zimmerkunst für Lehrlinge und angehende Gesellen. Zweite, gänzlich neu bearbeitete Auflage. Mit 12 Figurentafeln. kl. 4. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Keller, O., Der Bau kleiner und wohlfeiler Häuser für eine Familie. Eine Sammlung von einfachen und reicheren Entwürfen nebst Details für Baugewerksmeister, Baueleven und Bauunternehmer. Vierte verbesserte und vermehrte Auflage. 26 Tafeln mit erläuterndem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Keller, O., Architektonische und konstruktive Details zum Gebrauch für Bauausführende und Schüler des Baufaches. 10 Großfoliotafeln mit Text in Mappe. 6 Mark.

Kellers Unterrichtsbücher für das gesamte Baugewerbe. Für Praxis, Selbstunterricht und Schulgebrauch.

Bd. 1. Die Mathematik I. Arithmetik, Algebra, Bürgerliches Rechnen und Trigonometrie. Zweite vermehrte Auflage. gr. 8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 2. Die Mathematik II. Planimetrie, Stereometrie und darstellende Geometrie. Dritte Auflage. Bearbeitet von Fr. Kunstmann und O. Keller. Mit 8 Tafeln. gr. 8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 3. Technische Naturlehre, mit besonderer Berücksichtigung der Physik, Baumechanik, Chemie und Baumaterialienlehre. Dritte vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 7 Tafeln, enthaltend 77 Figuren. gr. 8. Geb. 3 Mark.

Bd. 4. Die Baukonstruktionslehre I. Steinkonstruktionen, enthaltend die Arbeiten des Maurers und Steinmetzen. Zweite gänzlich neu bearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 12 Tafeln. gr. 8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 5. Die Baukonstruktionslehre II. Holzkonstruktionen, enthaltend die Arbeiten des Zimmermanns und Bautischlers, Dachkonstruktionen. Dritte gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 12 Tafeln. gr. 8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 6. Die Baukonstruktionslehre III. Eisenkonstruktionen, enthaltend die Konstruktionen des Hochbaues nebst den einfachen Eisenbrücken. Verbindung des Eisenbahnoberbaues. Mit 13 Tafeln. gr. 8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 7. Die Baukonstruktionslehre IV. Feuerungsanlagen, enthaltend die Anlage der Feuerungen für häusliche und gewerbliche Zwecke. Ventilation der Räume. Zweite gänzlich neu bearbeitete und vermehrte Auflage von A. Junghanß. Mit 12 Tafeln. gr. 8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 8. Die Bauformenlehre. Enthaltend die Entwickelung und Verhältnisse der Bauformen. Der Fassadenbau und architektonische Einzelheiten. Zweite vermehrte Auflage bearbeitet von M. Gabler. Mit 24 Tafeln. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

„ 9. Die Tiefbaukunde I. Enthaltend die verschiedenen Gründungsarten und die Elemente des Wasserbaues. Mit 8 Tafeln. gr. 8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 10. Die Tiefbaukunde II. Enthaltend die Elemente der praktischen Geometrie und des Planzeichnens; Straßen- und Eisenbahnbau. Bearbeitet von A. Junghanß. Mit zahlreichen Figuren auf 15 Tafeln. gr. 8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 11. Die Tiefbaukunde III. Enthaltend die Baumaschinen und die Elektrotechnik im Baufach. Bearbeitet von K. v. Auw. gr. 8. Geb. 1 Mark 50 Pfg.

„ 12. Die Allgemeine Baukunde. Die Einrichtung der landwirtschaftlichen, bürgerlichen, gewerblichen und gemeinnützigen Gebäude. Dritte vermehrte Auflage. Mit 12 Tafeln, enthaltend 160 Figuren. gr. 8. Geb. 3 Mark.

Klasen, L., Landhäuser im Schweizer Stil und ähnlichen Stilarten. Eine Sammlung billig zu erbauender Villen für ein oder zwei Familien zum Gebrauche für Architekten, Baugewerksmeister, Bauunternehmer und Schüler bautechnischer Lehranstalten. 25 Tafeln in Quart mit erläuterndem Text. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

König, A., Entwürfe zu ländlichen Wohngebäuden oder Häusern für den Bauer, Arbeiter und Handwerker, sowie Pfarr-, Schul- und

Gasthäusern, mit den dazu erforderlichen Stallungen. Nebst der ausführlichen Angabe des zu deren Erbauung nötigen Aufwandes an Materialien und Arbeitslöhnen. Vierte Auflage, neu bearbeitet, verbessert und vermehrt von Paul Gründling, Architekt in Leipzig. Mit Atlas von 14 Foliotafeln. gr. 8. Geh. 7 Mark 50 Pfg.

Landé, R., Stadt- und Landhäuser. Eine Sammlung von modernen Entwürfen in gotischen Formen. Dargestellt durch Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Perspektiven und Teilzeichnungen mit Aufstellung der annähernden Baukosten. 24 Tafeln mit Text in Mappe. gr. 4. 7 Mark 50 Pfg.

Landé, R., Villa und Stadthaus. Eine Sammlung von Entwürfen und ausgeführten Bauten in Formen der Renaissance und des Barockstils. Für Baugewerksmeister, Bauunternehmer und Bauschüler, dargestellt durch Grundrisse, Ansichten, Perspektiven und Teilzeichnungen mit Aufstellung der annähernden Baukosten. 24 Tafeln mit Text in Mappe. gr. 4. 7 Mark 50 Pfg.

Manega, R., Die Anlage von Arbeiterwohnungen vom wirtschaftlichen, sanitären und technischen Standpunkte, mit einer Sammlung von Plänen der besten Arbeiterhäuser Englands, Frankreichs und Deutschlands. Dritte neu bearbeitete Auflage, herausgegeben von Paul Gründling, Architekt in Leipzig. Mit einem Atlas von 16 Tafeln, enthaltend 176 Figuren. gr. 8. Geh. 7 Mark 50 Pfg.

Müller, W., Der Bau eiserner Treppen. Eine Darstellung schmiedeeiserner Treppen mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Konstruktionen. 24 Tafeln und 2 Detailblätter. gr. 8. In Mappe. Geh. 7 Mark 50 Pfg.

Müller, W., Der Bau steinerner Treppen. Eine Darstellung steinerner Treppen in praktischen Beispielen mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Konstruktionen. Zum Gebrauche für Architekten, Baugewerken und Schüler bautechnischer Lehranstalten. Mit 24 Tafeln und 4 Blättern mit Teilzeichnungen in natürlicher Größe. gr. 4. In Mappe. 7 Mark 50 Pfg.

Neupert, F., Geschäftshäuser. Eine Sammlung von Entwürfen zu eingebauten Geschäfts- und Lagerhäusern für größere und kleinere Städte. 25 Tafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 9 Mark.

Nieper, F., Das eigene Heim. Eine Sammlung von einfachen, freistehenden Einfamilienhäusern. Für Baugewerksmeister und Bauschüler. Dargestellt durch Grundrisse, Schnitte, Ansichten und Perspektiven. 26 Tafeln mit erklärendem Text. gr. 8. In Mappe. 3 Mark.

Nöthling, E., Der Schutz unserer Wohnhäuser gegen die Feuchtigkeit. Ein Handbuch für praktische Bautechniker sowie als Leitfaden für den Unterricht in Baugewerkschulen. Mit 24 eingedruckten Figuren. gr. 8. Geh. 1 Mark 20 Pfg.

Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig

Schöler, R., Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues, umfassend die Berechnung und Anordnung der Konstruktionselemente, der Verbindungen und Stöße der Walzeisen, der Decken, Säulen, Wände, Balkone und Erker, der Treppen, Dächer und Oberlichter. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 820 Textabbildungen, darunter 9 Tafeln und 18 Tabellen. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Schubert, A., Diemenschuppen und Feldscheunen, ihre zweckmäßige Konstruktion, Ausführung und deren Kosten, für Landwirte und Techniker. Mit 20 Textillustrationen und 8 Tafeln. gr. 8. Geh. 1 Mark 80 Pfg.

Schubert, A., Kleine Stallbauten, ihre Anlage, Einrichtung und Ausführung. Handbuch für Baugewerksmeister, Bautechniker und Landwirte. Mit 97 Textfiguren und 3 Kostenanschlägen. gr. 8. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Schubert, A., Taschenbuch der landwirtschaftlichen Baukunde. Eine Sammlung technischer Notizen, Tabellen und Kostenangaben zur unmittelbaren Gebrauch beim Entwerfen und Veranschlagen der wichtigsten landwirtschaftlichen Bauten. Für Techniker, technische Schulen und Landwirte. 8. Geh. 1 Mark 80 Pfg.

Seyffarth, E. v., Modell der zeichnerischen Darstellung für ein freistehendes bürgerliches Einfamilienhaus. Dargestellt durch Zeichnungen im Maßstab 1 : 100. Zum Gebrauche beim Unterricht im Entwerfen und Veranschlagen an Baugewerk- und technischen Mittelschulen, sowie zum Privatstudium für Bauschüler. 15 farbige Tafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 6 Mark.

Tormin, R., Bauschlüssel für Zimmerer, Maurer, Dachdecker, Bauunternehmer, Schachtmeister und alle sonstigen in der Baupraxis beschäftigten Gewerke, sowie die Preisangabe verschiedener Materialien und auszuführender Arbeiten. Mit Umgehung der mathematischen Formeln in allgemein verständlicher Weise und durch Beispiele erläutert. Dritte vermehrte Auflage. 8. Geh. 6 Mark.

Weichardt, C., Motive zu Garten-Architekturen. Eingänge, Veranden, Brunnen, Pavillons, Bäder, Brücken, Ruheplätze, Volièren u. 25 Blatt, enthaltend 20 Projekte und etwa 100 Skizzen in Randzeichnungen, nebst 6 Tafeln Details in natürlicher Größe. Folio in illustrierter Mappe. 12 Mark.

Zimmermanns-Sprüche und Kranzreden, die mustergiltigsten, beim Richten neuer Gebäude, namentlich von bürgerlichen Wohn- und Wirtschaftsgebäuden, Kirchen, Türmen, Gerichtsgebäuden, Rathäusern, Waisen-, Schul- und Pfarrhäusern, Hospitälern und Fabrikgebäuden. Neunte neu durchgesehene und vermehrte Auflage. 12. Geh. 2 Mark 25 Pfg.

Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig.

Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig

Schöler, A., Die Eisenkonstruktionen des Hochbaues, umfassend die Berechnung und Anordnung der Konstruktionselemente, der Verbindungen und Stöße der Walzeisen, der Decken, Säulen, Wände, Balkone und Erker, der Treppen, Dächer und Oberlichter. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet. Mit 820 Textabbildungen, darunter 9 Tafeln und 18 Tabellen. Lex.-8. Geh. 5 Mark. Geb. 6 Mark.

Schubert, A., Diemenschuppen und Feldscheunen, ihre zweckmäßige Konstruktion, Ausführung und deren Kosten, für Landwirte und Techniker. Mit 20 Textillustrationen und 8 Tafeln. gr. 8. Geh. 1 Mark 80 Pfg.

Schubert, A., Kleine Stallbauten, ihre Anlage, Einrichtung und Ausführung. Handbuch für Baugewerksmeister, Bautechniker und Landwirte. Mit 97 Textfiguren und 3 Kostenanschlägen. gr. 8. Geh. 2 Mark 50 Pfg.

Schubert, A., Taschenbuch der landwirtschaftlichen Baukunde. Eine Sammlung technischer Notizen, Tabellen und Kostenangaben zum unmittelbaren Gebrauch beim Entwerfen und Veranschlagen der wichtigsten landwirtschaftlichen Bauten. Für Techniker, technische Schulen und Landwirte. 8. Geh. 1 Mark 80 Pfg.

Seyffarth, E. v., Modell der zeichnerischen Darstellung für ein freistehendes bürgerliches Einfamilienhaus. Dargestellt durch Zeichnungen im Maßstab 1 : 100. Zum Gebrauche beim Unterricht im Entwerfen und Veranschlagen an Baugewerk- und technischen Mittelschulen, sowie zum Privatstudium für Bauschüler. 15 farbige Tafeln mit erklärendem Text. gr. 4. In Mappe. 6 Mark.

Tormin, A., Bauschlüssel für Zimmerer, Maurer, Dachdecker, Bauunternehmer, Schachtmeister und alle sonstigen in der Baupraxis beschäftigten Gewerke, sowie die Preisangabe verschiedener Materialien und auszuführender Arbeiten. Mit Umgehung der mathematischen Formeln in allgemein verständlicher Weise und durch Beispiele erläutert. Dritte vermehrte Auflage. 8. Geh. 6 Mark.

Weichardt, C., Motive zu Garten-Architekturen. Eingänge, Veranden, Brunnen, Pavillons, Bäder, Brücken, Ruheplätze, Volièren ꝛc. 25 Blatt, enthaltend 20 Projekte und etwa 100 Skizzen in Randzeichnungen, nebst 6 Tafeln Details in natürlicher Größe. Folio in illustrierter Mappe. 12 Mark.

Zimmermanns-Sprüche und Kranzreden, die mustergiltigsten, beim Richten neuer Gebäude, namentlich von bürgerlichen Wohn- und Wirtschaftsgebäuden, Kirchen, Türmen, Gerichtsgebäuden, Rathäusern, Waisen-, Schul- und Pfarrhäusern, Hospitälern und Fabrikgebäuden. Neunte neu durchgesehene und vermehrte Auflage. 12. Geh. 2 Mark 25 Pfg.

Druck von Oscar Fürstenau, Leipzig.

SEP 27 1969